قسم المساحة والخرائط

محاضرات فى
المساحة المستوية

إعداد

د حسن المرسى

رئيس قسم المساحة

إهداء

أهدى هذا العمل إلى طلبة المساحة متمنياً من الله دوام التوفيق والنجاح لهم

الفهرس

م	العنوان	الصفحة
١	مقدمة	٣
٢	أجزاء الميزان	٤
٣	القامة أو المسطرة	٧
٤	تعاريف أساسية فى المساحة المستوية	١٠
٥	تعيين مناسيب النقاط	١٥
٦	مبدأ قياس فرق الارتفاع بين نقطتين بإستخدام جهاز الميزان	١٨
٧	الضبط المؤقت لجهاز الميزان	٢٠
٨	مصادر الأخطاء فى أعمال التسوية	٢٢
٩	القطاعات الطولية	٢٦
١٠	القطاعات العرضية	٤٤
١١	الميزانية الشبكية وخطوط الكنتور	٦١
١٢	حساب مكعبات الحفر والردم	٧٥

مقدمة:

تعرف التسوية بذلك العلم الذي يهدف إلى تعيين ارتفاعات وانخفاضات النقاط بالنسبة لمستوى مرجعي ثابت. وغالباً ما يكون ذلك المرجع هو متوسط سطح البحر وهذا يؤدي إلى معرفة فروق ارتفاعات النقاط بالنسبة إلى بعضها.

أهمية علم التسوية:

إن أعمال التسوية ضرورية وحيوية للمشاريع الهندسية الزراعية المختلفة لكافة المشاريع والأعمال التي لها صلة بتضاريس الأرض، وتتجلى أهمية التسوية بذكر شيء من مجالات استخداماتها فمن ذلك.

١- تعتبر التسوية ضرورية جداً في أعمال الخرائط وحساب الكميات.

٢- تستخدم في مراحل التصميم والتنفيذ للمشاريع العمرانية.

٣- التسوية ذات أهمية قصوى في مشاريع المياه والمجاري وأقنية الري والسدود.

٤- تستخدم التسوية في مشاريع إنشاء الطرق والمطارات وسكك الحديد والملاعب والساحات.

الأدوات المستخدمة لأعمال التسوية:

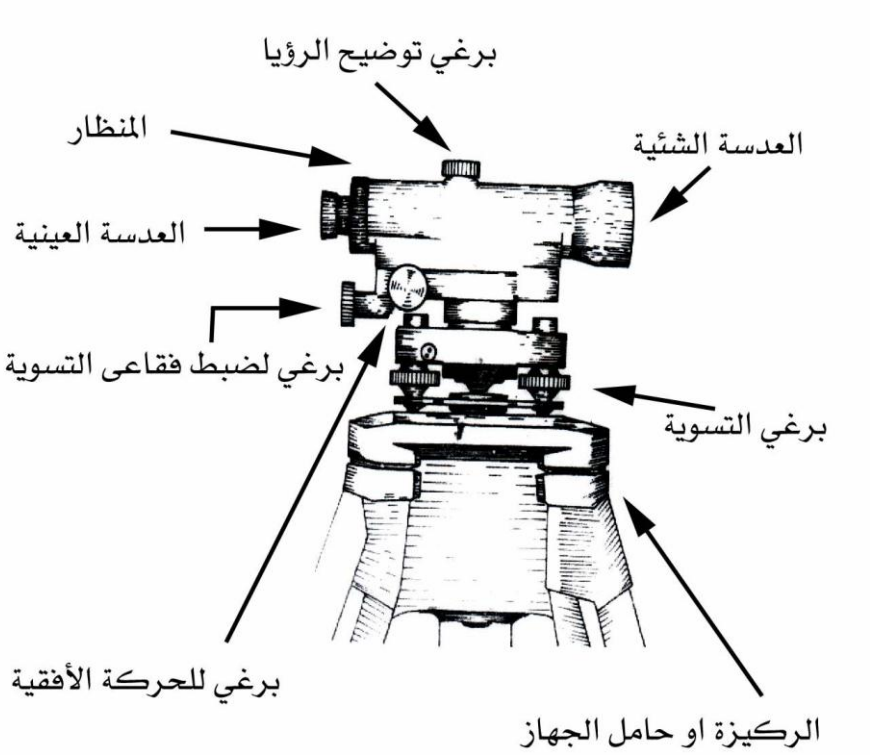
الأدوات المستخدمة لأعمال التسوية هي:

١- جهاز (التسوية الميزان).

٢- القامة.

فجهاز الميزان هو الجهاز المستخدم لتعيين ارتفاعات وانخفاضات النقاط أو بمعنى آخر لإيجاد مناسيب النقاط، وهذا الجهاز يحوي أجزاء مهمة سيأتي التعرف عليها إن شاء الله، وأجهزة الميزان المستخدمة لتعيين المناسيب متعددة باختلاف

الشركات المصنعة لها، وكذلك متباينة ومختلفة من حيث الدقة وجودة المصنعية وتعدد الأغراض، وأما القامة أو مسطرة التسوية فهي عبارة عن مسطرة خشبية أو معدنية أحد وجهيها مدرج إلى أمتار وديسيمترات وسنتمترات. ولأخذ قراءة القامة عند نقطة يتم توجيه جهاز الميزان إلى تلك النقطة والقامة فوقها في وضع رأسي تماماً ويتأتى هذا إما بتوجيه المساح الذي يتولى إمساك القامة، أو أن بعض القامات تحتوي على فقاعة لضبط افقيتها أثناء الرصد.



أولاً- أجزاء الميزان:

يتكون جهاز التسوية من أجزاء رئيسة وهي:

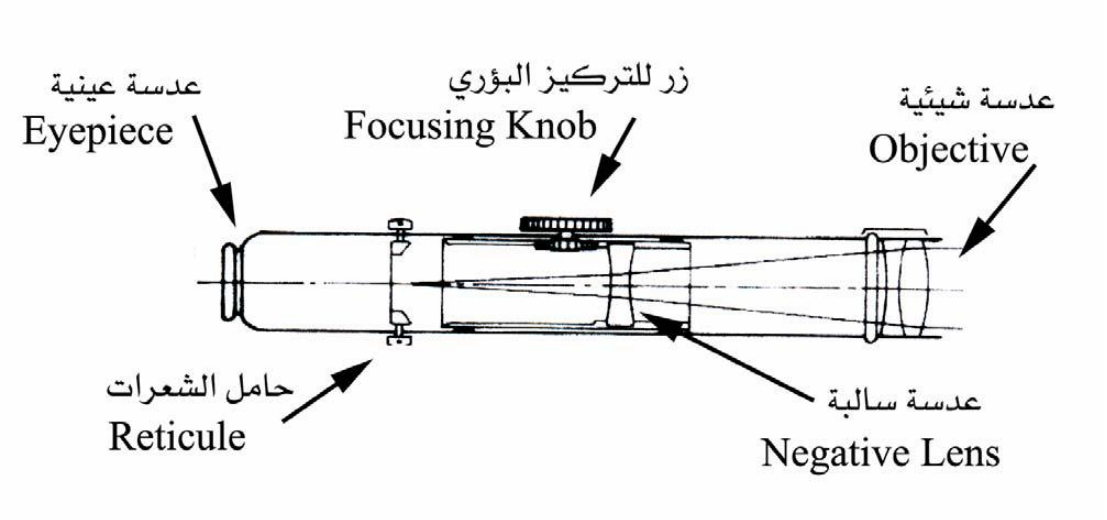
١- المنظار المساحي.

٢- أنبوبة التسوية.

٣- مسامير التسوية.

١- المنظار المساحي (التلسكوب أو المنظار):

وهو الجزء الأساسي للجهاز إذ من خلاله يمكن رؤية الأهداف البعيدة بوضوح، ويحتوي هذا المنظار على الأجزاء الرئيسة التالية:



* **عدسة شيئية:** هي عبارة عن عدسة مركبة من عدسة محدبة وأخرى مقعرة ملتصقتان مع بعضهما، فائدة هذه العدسة الحصول على صورة حقيقية للجسم المرصود ولكنها مقلوبة في غالب الأجهزة المساحية تزود العدسة الشيئية بغطاء واق تغطي به عند عدم الاستعمال.

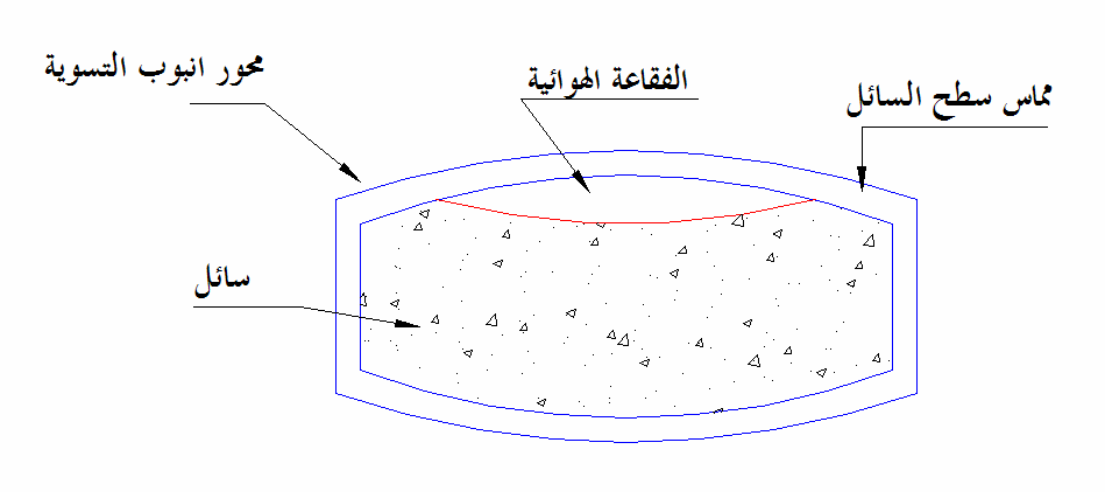
* **عدسة مقعرة سالبة:** هي عبارة عن عدسة مثبتة وسط المنظار. وهذه العدسة تتصل بمسمار خاص يتحكم في تغيير البعد البؤري. وظيفة هذه العدسة جعل صورة الهدف المرصود تنطبق واضحة على حامل الشعيرات.

* **حامل الشعيرات:** هو عبارة عن حلقة معدنية من النحاس مثبتة بطريقة خاصة بأنبوب المنظار بحيث يمكن معها لهذا الحامل الحركة أفقيا ورأسيا. أما الشعيرات نفسها المثبتة على الحامل فهي في الأصل دقيقة جداً ولكنها تبدو مكبرة من خلال العدسة العينية. وهذا الحامل يكون في مقربة من العدسة العينية.

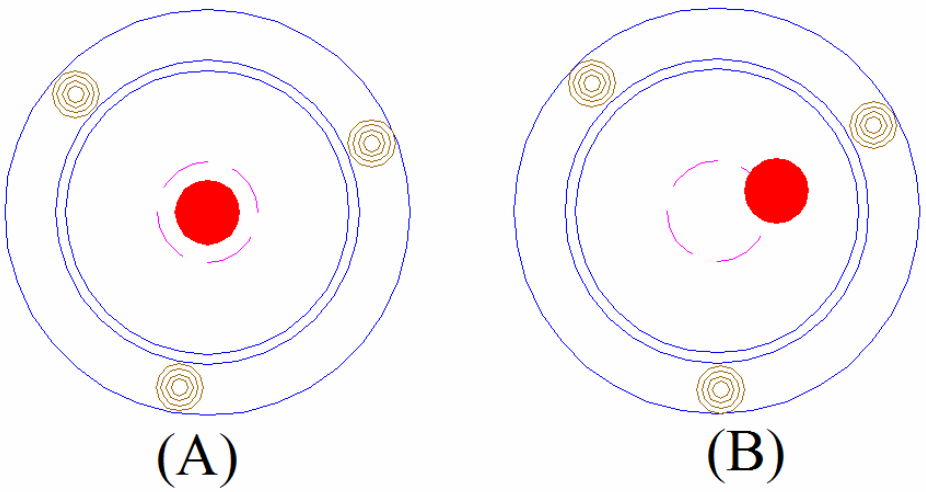
* **عدسة عينية:** هي عبارة عن عدستين محدبتين. والهدف من هذه العدسة هو تكبير الصورة المشكلة بواسطة العدسة الشيئية. وكذلك تكبير صورة الشعيرات.

٢- أنبوبة التسوية (أو ميزان التسوية):

هو عبارة عن وعاء زجاجي مقفل، مصنوع بدقة حيث يكون المقطع الطولي له من الداخل على هيئة قوس دائري، يملأ معظم حيز أنبوب التسوية سائل حساس. ويملأ الجزء المتبقي منه بالهواء فتشكل فقاعة هوائية صغيرة عند السطح العلوي للأنبوب.



وهذا السائل المذكور آنفا له خاصية سرعة الحركة وقلة اللزوجة، وتكون هذه الفقاعة الهوائية في وسط الأنبوب عندما يكون الجهاز في وضع أفقي تماما.



٣- مسامير التسوية:

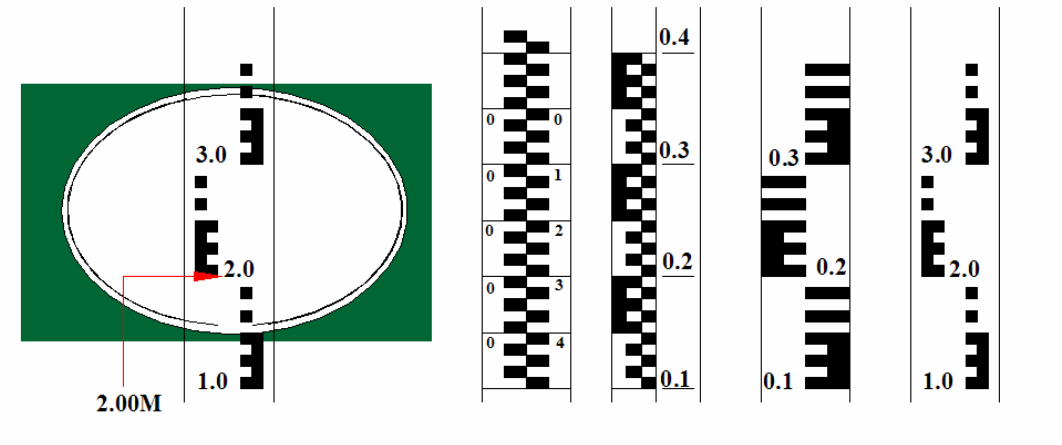
وهي مسامير تكون في الجزء السفلي من الجهاز والغاية الأساسية منها هو تحريك الجهاز حركات أفقية ورأسية تؤدي إلى جعل الجهاز في وضع أفقي.

٤- القاعدة السفلي:

وهي القاعدة التي يرتكز عليها الميزان والمنظار والفقاعة الزئبقية وتركب جميع هذه الأجزاء على الحامل الخاص الذي يرتكز على ثلاثة أرجل.

ثانياً-القامة أو مسطرة التسوية:

مر بنا آنفا تعريف القامة وذكرنا أنها عبارة عن مسطرة خشبية أو معدنية وأحد وجهيها مدرج إلى أمتار وديسيمترات وسنتمترات. وهناك عدة أشكال من القامات أو مساطر التسوية قد تمر على المساح من الحين إلى الآخر. فمنها المسطرة ذات المفصل. وطولها أربعة أمتار. ويمكن طيها إلى قسمين. وعند استعمالها يجري فردها لتصبح على استقامة واحدة. ومن القامات ما يمكن ثنيه إلى أربعة أقسام طول كل قسم متر واحد. ومنها ما يتكون من ثلاثة أجزاء تنزلق داخل بعضها وتسمى بالتلسكوبية. أما عن كيفية قراءة الرقم على القامة فيتم عن طريق رصد الديسيمتر الأقرب إلى الشعرة الأفقية الأساسية الوسطي ثم ملاحظة عدد السنتمترات بدءاً من رقم الديسيمتر المقروء وحتى الشعرة الوسطى.



في بعض الأحيان تظهر القامة من خلال المنظار مقلوبة، لذا تكون بعض المساطر مصنفة بحيث تكون الأرقام مقلوبة الكتابة.

أنواع القامات هى

١- القامة ذات المفصلة :-

تتركب من قطعتين طول كل منها متران يتصلان ببعضهما بمفصلة بحيث يمكن فردها وجعلها على إستقامة واحدة بواسطة خوصة من الحديد خلفها .

٢- القامة المنزلقة :-

تتركب من قطعتين طول كل منهما متران وتفرد بإنزلاق أحد الجزئين على الأخر ، ويربطان ببعضهما أثناء العمل بالضغط على مكان إتصالهما بواسطة مسمار وصامولة .

٣- القامة المتداخلة :-

تتركب من ثلاث أجزاء الأول على شكل مسطرة مدرجة يدخل فى الجزء الثانى وهو على شكل صندوق متفرغ والإثنان يدخلان فى الجزء الثالث ويتصل كل جزء بالأخر بواسطة سوسته .

كيفية قراءة القامة

توضع القامة بحيث ينطبق صفر تدريجها على الأرض والتقاسيم متجهة إلى أعلى كما يراعى أن تكون القامة فى وضعها رأسية تماماً ، ثم تقرأ القراءة المنطبقة على الشعرة الأفقية الوسطى للمنظار . وهذه القراءة تتكون من ثلاث أرقام :

أولها : هو الرقم الصحيح الدال على الأمتار

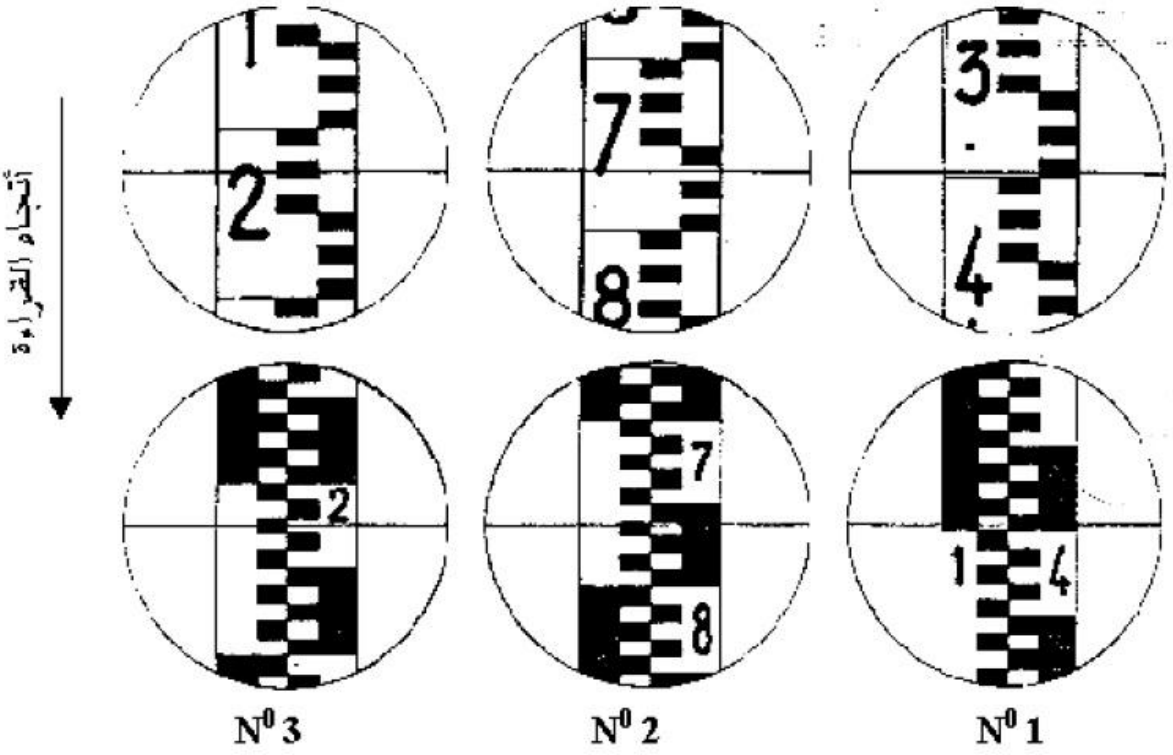
ثانيها : هو الرقم العشرى الأول ويدل على الديسيمترات

ثالثها : هو الرقم العشرى الثانى ويدل على السنتيمترات

وتقابلنا عند قراءة القامة حالتان :

الحالة الأولى : إذا إنطبقت الشعرة الأفقية المتوسطة على خط فاصل بين ديسمترين فإن الرقم العشرى هو الرقم الكتوب أسفل الشعرة مباشرةً

الحالة الثانية : إذا وقعت الشعرة الأفقية المتوسطة بين خطين فاصلين أى بين ديسيمترين متتاليين ، فإن الرقم العشرى الأول هو رقم الديسيمتر التى تقع فيه الشعرة المتوسطة ، والرقم العشرى الثانى يساوى عدد السنتيمترات المحسورة بين الخط القاصل لهذا الديسيمتر والشعرة الأفقية المتوسطة .



ثالثاً- تعاريف أساسية فى المساحة المستوية :

كثيراً ما يمر على المساح أثناء الرصد بأعمال الميزانية. مصطلحات لابد أن يتعرف عليها ومن ذلك:

*** مستوى سطح المقارنة:**

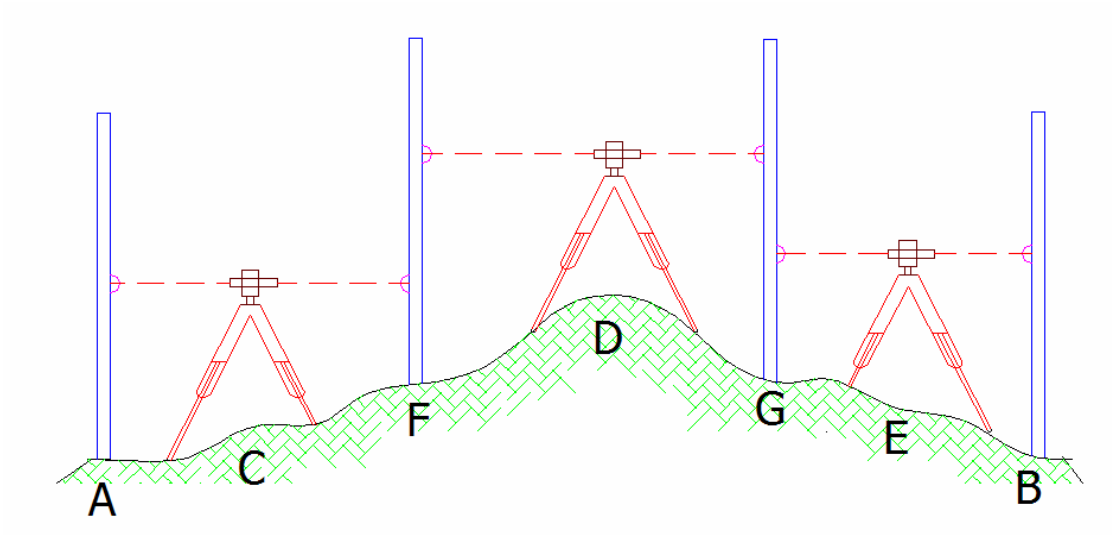
هو سطح مرجعي مستمر. تنسب إليه جميع مناسب النقاط على افتراض أن منسوبه يساوي الصفر (ودائماً ما يكون سطح البحر).

*** منسوب نقطة:**

هو مقدار ارتفاع أو انخفاض النقطة عن سطح المقارنة أو سطح البحر.

*** فرق المنسوب بين نقطتين:**

هو مقدار فرق الارتفاع بينهما.



*** القراءة الخلفية (المؤخرة B.S):**

هي أول قراءة تؤخذ على المسطرة المدرجة بعد تثبيت الجهاز.

*** القراءة الأمامية (المقدمة F.S):**

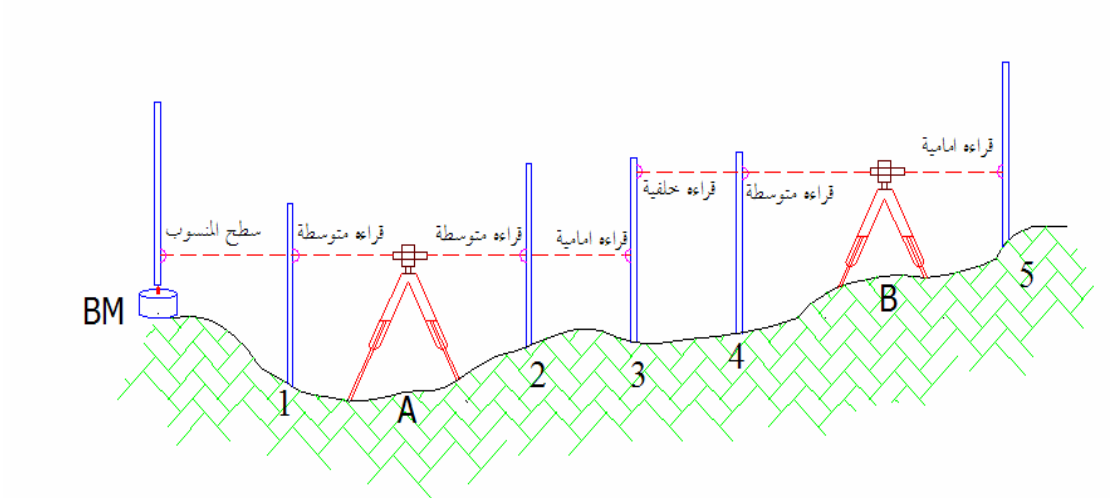
هي آخر قراءة تؤخذ على المسطرة المدرجة قبل نقل الجهاز.

*** القراءة المتوسطة (I. S):**

هي كل قراءة أخذت بعد قراءة المؤخرة وقبل قراءة المقدمة.

*** نقطة التحول (الدوران):**

هي النقطة التي تؤخذ عندها على المسطرة قراءتان إحداهما أمامية والأخرى خلفية.



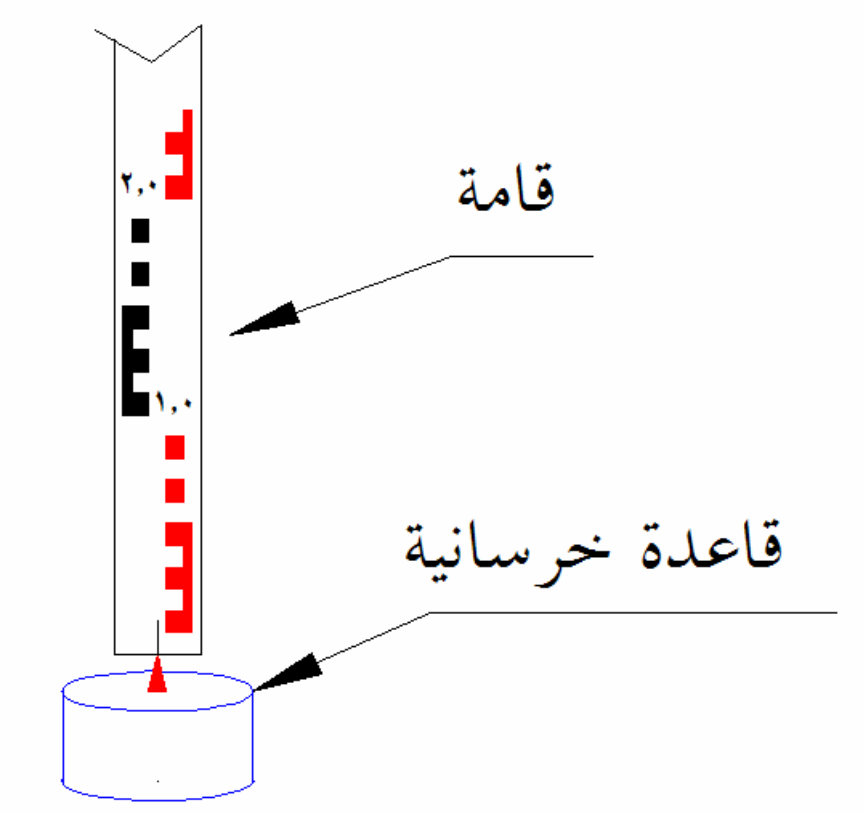
*** ارتفاع الجهاز:**

هو ارتفاع مستوى خط النظر عن سطح المقارنة، وأحياناً يعبر عنه بمنسوب سطح الجهاز.

*** الروبير B.M:**

هو عبارة عن نقطة معلومة أو مفروضة المنسوب، تستخدم كمرجع لمعرفة مناسيب نقاط أخرى، يجري عادة تثبيت هذه النقاط بدقة عالية، وبعد لكل واحدة منها وصف دقيق يسهل العثور عليها في الطبيعة، وتختلف أشكال تثبيت هذه النقاط، فتكون تارة مثبتة بصفة دائمة، حيث يوضع على النقطة رأس حديدي بطول معين متصل بقاعدة معدنية، وتصب حول هذه القاعدة المعدنية خرسانة حتى يؤمن عدم زوالها أو البعث بها.

وهى نقط وضعت من خلال مصلحة المساحة بجمهورية مصر العربية التى وضعتها فى دفاتر بها خرائط بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ لبيان أوصاف مواقع هذه الروبيرات وأرقامها ومناسبها .



أنواع الروبيرات :

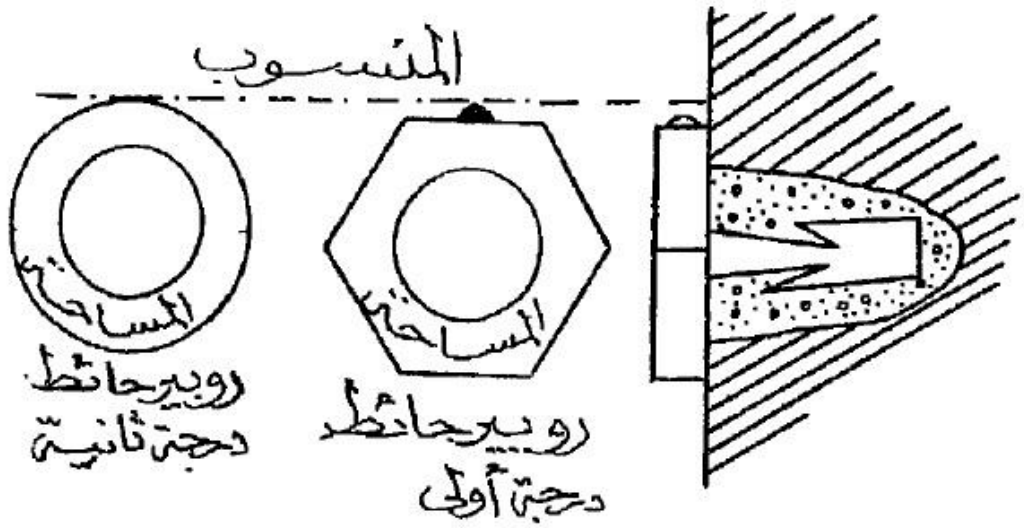
أ- علامات روبيرات الحائط :

هـى عبـارة عـن خـوابير مـن الحديـد تثبـت بالأسـمنت فـى جـدران المبـانى الثانيـة (كالقناطر والكبارى والمنازل) فى مواضع ظاهرة مرتفعة عن سطح الأرض بحوالى نصف متر .

وهى لها شكلان :

١- **سداسى الشكل :** حيث تكون الرؤوس المتصلة بالخوابير الحديدية رؤوس مسدسة الشكل مكتوب عليها كلمة المساحة . ويعلوها بروز نصف كروى من النحاس ، وقمته هى منسوب الروبير وتسمى روبيرات الدرجة الأولى ويكتب بجانب أرقامها فى دفتر الروبيرات الحرف PT أو حرف (ق) .

٢- **مستديرة الشكل :** وقد تكون الرؤوس المتصلة بالخوابير الحديدية مستديرة الشكل ومكتوب عليها كلمة المساحة وأعلى الرؤوس هى مناسيب الروبيرات ويعرف هذا النوع بروبيرات الدرجة الثانية .

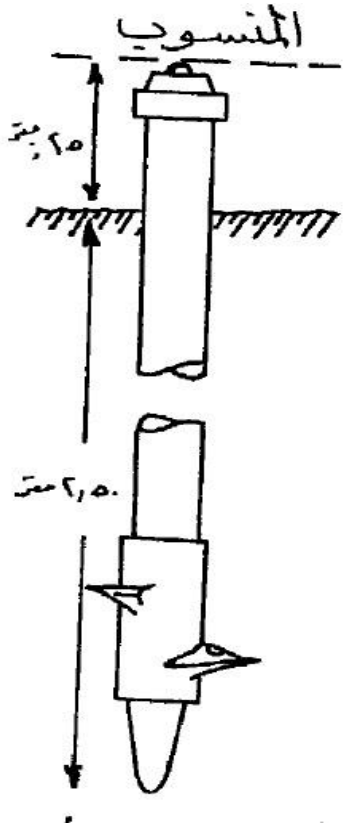


ب- علامات أرضية (علامات الطرق) :

هى عبارة عن مواسير من الحديد يبلغ طولها ٢,٧٥ متراً وقطرها ٦ سم ، طرفها الأسفل مدبب . وبها بريمة لتساعد على غرسها فى الأرض بواسطة الدوران وطرفها العلوى عليه غطاء منقوش عل D S B W وهى رموز مختصرة لعبارة ترجمتها علامة روبرات لمصلحة المساحة (Sing Space For The Benefit of Robert) وبواسطة الغطاء جزء بارز منسوبه هو منسوب الروبير .

وتثبت العلامات الأرضية عادة فى جسور الترع والمصارف والطرق الزراعية أو بالصحارى أى فى الجهات الخالية من المبانى ويترك ظاهراً من الماسورة فوق سطح الأرض حوالى ٠,٢٥ متراً .

ومتوسط المسافة بين كل روبيرين متتاليين هى ٢ كيلومتر فى الأراضى الزراعية و ٣ : ٤ كيلو متر فى الطرق الصحراوية ، أما فى المدن فالمسافة بين كل روبيرين متتاليين ٥٠٠ متر .



رابعاً- تعيين مناسيب النقاط:

لمعرفة مناسيب سلسلة من النقاط في الطبيعة، لابد من وجود نشطة معلومة المنسوب تسمي الروبير B.M حتى تسند لها النقاط. ثم بعد ذلك يثبت ميزان التسوية في موقع مشرف مناسب، ويعد ضبط أفقية الجهاز يتم التوجيه على هذه النقاط والقامة عندها. ابتداء من الروبير وعلى فرض أن بعض النقاط لا يمكن رؤيتها عبر الجهاز إلا بعد نقله من مكانه إلى مكان آخر. فإنه لا بأس بذلك، ولكن ليعلم المتدرب أن تلك النقطة التي تم نقل الجهاز بعد أخذ قراءتها، تسمى نقطة دوران أو تحول، وذلك لأنه سيعود لأخذ قراءتها مرة أخرى. فتكون عندها قراءتان، ثم تدور الأرصاد في الجدول وتجري الحسابات اللازمة لإيجاد مناسيب النقاط، ولحساب مناسيب النقاط توجد طريقتان:

طريقة منسوب سطح الميزان:

في هذه الطريقة يحسب منسوب سطح الميزان وهو يساوي منسوب الروبير مضافاً إليه مقدار القراءة الخلفية (المؤخرة). وعليه فإن منسوب أي نقطة يساوي منسوب سطح الميزان مطروحاً منه قراءة القامة عندها.

طريقة الارتفاع والانخفاض:

هذه الطريقة تستند لإيجاد مناسيب النقاط على مقارنة القراءات المأخوذة على القامة المثبتة رأسياً فوق هذه النقاط من موقع واحد للجهاز. وكلما صغرت قراءة القامة بالنسبة لبقية الشراءات كلما دل على ارتفاع هذه النقطة بالنسبة لبقية النقاط. فمثلا حصلنا على قراءة القامة عند النقطة السابقة. فمن هذه الطريقة يكون منسوب هذه النقطة يساوي منسوب النقطة السابقة مضافاً إليه فرق القراءتين.

جدول أرصاد ميزانية بطريقة (منسوب سطح الميزان)

رقم المشروع **نوع الجهاز:**

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM								
BM								

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات – مجموعة المقدمات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة

جدول أرصاد ميزانية بطريقة (الارتفاع والانخفاض)

رقم المشروع: **نوع الجهاز:**

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			ارتفاع (+)	انخفاض (−)	منسوب النقطة	ملحوظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة				
BM									
BM									

التحقيق الحسابي:

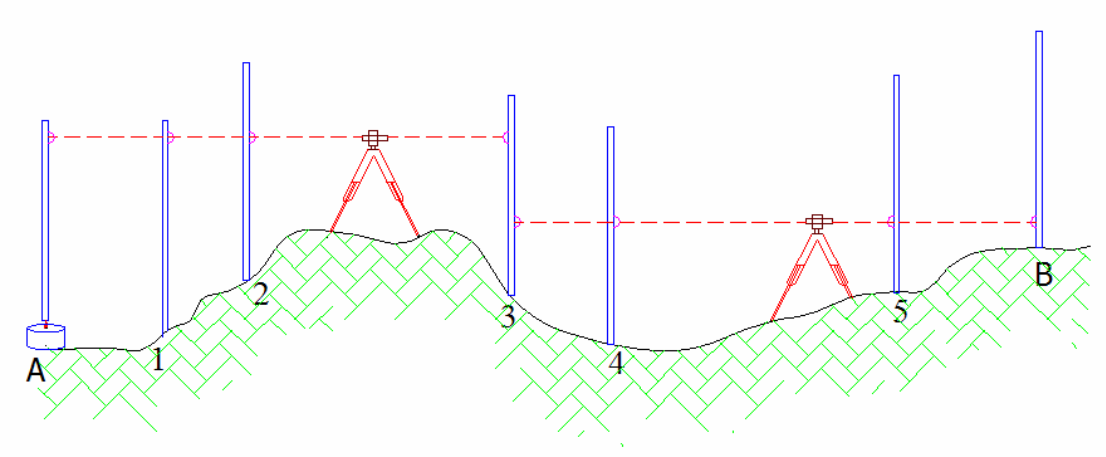
مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة =

مجموع الارتفاعات – مجموع الانخفاضات =

خامساً- مبدأ قياس فرق الارتفاع بين نقطتين باستخدام جهاز الميزان:

لقياس فرق الارتفاع بين نقطتين سواء كانتا معلومتي المنسوب أم لا، نقوم بتثبيت جهاز الميزان في منتصف المسافة بين النقطتين، ويجري له ضبط المؤقت، ويجعل عند كل نقطة قامة، ثم يوجه بالميزان على هاتين القامتين لأخذ قراءتهما، بعد ذلك يكون فرق الارتفاع بين النقطتين أو بمعنى آخر فرق منسوب النقطتين هو عبارة عن حاصل فرق قراءة القامة عند النقطتين.



ملحوظة عامة حول أعمال التسوية:

فيما يلي ملحوظات هامة يتضح المساح بالإلمام بها:

١- يفضل في حالة التسوية العادية ألا تزيد المسافة بين الجهاز والقامة على مئة متر.

٢- في حالة تعيين فرق الارتفاع بين نقطتين، ينصح بوضع جهاز التسوية في منتصف المسافة بين النقطتين.

٣- الحرص على مسك القامة أو المسطرة بشكل رأسي تماما. حتى تؤخذ القراءة على وجه صحيح.

٤- يجب التقيد بكتابة القراءات المختلفة في أماكنها الصحيحة من الجدول، والتأكد من صحة القراءة عند تدوينها بإعادة قراءتها على الراصد والعكس.

٥- معظم الأجهزة تحتوي بالإضافة إلى الشعرة الأفقية الأساسية على شعرتي الاستاديا (لتقدير المسافة٩، فيجب الانتباه إلى عدم أخذ القراءة عند إحداهما، إنما تؤخذ عند الشعرة الوسطى.

٦- التأكد من ضبط أفقية الجهاز قبل العمل وذلك بالنظر إلى فقاعة التسوية.

٧- عند نقطة التحول أو الدوران. وبعد أخذ قراءة القامة عندها، لا تحرك القامة إلا بعد أخذ القراءة عندها مرة أخرى بعد نقل الجهاز وضبطه.

٨- لا ينصح القيام بأعمال التسوية الدقيقة في الأيام التي تسودها رياح شديدة، وذلك لتسببها في اهتزازات للجهاز أو القامة.

طرق تعيين فروق الارتفاعات أو المناسيب

مقدمة:

في تعيين فرق الارتفاع أو المنسوب بين نقطتين، يمكن أتباع عدة طرق تتفاوت من حيث الدقة وسرعة القياس والتكاليف، من بين هذه الطرق ما يلي:

١- التسوية التفاضلية:

تستند هذه الطريقة إلى استخدام جهاز أو ميزان تسوية دقيقة ومسطرة مدرجة. إن هذه الطريقة شائعة الاستعمال وخاصة في المشاريع الهندسية، لذلك يطلق عليها أحياناً التسوية الهندسية.

وقد سبق التعرف على هذه الطريقة في الوحدة الأولى وكيفية استخدام جهاز الميزان.

٢- التسوية غير المباشرة:

بقياس زاوية الميل للخط الواصل بين النقطتين بالإضافة على قياس طول هذا الخط أو قياس المسافة الأفقية بينهما، يطلق على هذه الطريقة التسوية المثلثية.

٣- التسوية البارومترية:

يجري تعيين الارتفاعات وفروقها بموجب هذه الطريقة. باستخدام مقياس الضغط الجوي (البارومیتر) وذلك بقياس الفرق في مقدار الضغط الجوي بين النقطتين، هذه الطريقة ليست دقيقة وبفضل استخدامها في أغراض التخطيط والاستكشاف وحيث فروق الارتفاعات كبيرة ولا تحتاج إلى دقة عالية.

٤- باستخدام الشريط أو المساطر والقضبان المدرجة:

هذه تستخدم على نطاق ضيق وحيثما تسمح ظروف العمل كان تكون فروق الارتفاعات بسيطة ومحصورة ضمن أبعاد أو مساحات صغيرة، مثال ذلك كإيجاد ارتفاعات الشبابيك وارتفاعات الأساسات وبعض التفاصيل الصغيرة لبناء معين.

التسوية التفاضلية:

كما سبق في الوحدة الأولى التعرف على التعاريف الأساسية وكذلك مكونات جهاز الميزان وكيفية استخدامه، نشرح في هذه الوحدة كيفية الضبط المؤقت لجهاز الميزان في الطبيعة والتعرف على قراءة القامة.

سادساً- الضبط المؤقت لجهاز الميزان:

١- ضبط أفقية الجهاز.

٢- إزالة البرلاكس (التطبيق).

عملية الضبط المؤقت للجهاز:

هي عملية إعداد الجهاز للرصد ويتم ذلك عند كل نقطة يوضع فيها الجهاز لأخذ القراءات وذلك بأن تفرد أرجل حامل الجهاز الثلاثي بارتفاع مناسب وتغرس في الأرض جيداً ويراعي أن تكون المسافات بين أرجل الحامل الثلاث متساوية تقريباً وقاعدة الحامل تكون في مستوى أفقي تقريباً ومن ثم يركب عليه جهاز التسوية.

- ولضبط أفقية الجهاز بعد وضعه على حاملة يتم ضبط فقاعة ميزان التسوية الدائري إما عن طريق مسامير التسوية الثلاثة أو عن طريق الذراع الأسطوانية.

- ولإزالة البرلاكس ومعناه تطبيق صورة الهدف (أي القامة) على مستوى حامل الشعرات داخل المنظار كما يلي:

يوضع حامل الشعرات بورقة بيضاء توضع أمام العدسة الشيئية، ثم يحرك مسمار العدسة العينية حتى تتضح الشعرات تماماً، بعدها يوجه المنظار تجاه الهدف (القامة) ويحرك مسمار التطبيق إلى أن تتضح صورة الهدف تماماً.

التدريب على قراءات القامة عند الشعرة الوسطى للجهاز:

عند التدريب على أخذ قراءة القامة عند نقاط على الأرض عبر جهاز التسوية مراعاة ما يلي:

١- تؤخذ القراءات على القامة الرأسية عند الشعرة الوسطى الأفقية لحامل الشعرات داخل منظار الجهاز.

٢- تؤخذ القراءات بالأمتار والديسيمترات والسنتمترات والمليمترات (بالتقدير) على القامة وتكتب هكذا ١.٤٢٦ متراً (على سبيل المثال).

٣- مقارنة القراءات المأخوذة على القامة ببعضها وكيفية استنتاج فروق المناسيب بين النقاط من قراءات القامة وفوق كل نقطة حيث إن:

- القراءة الكبيرة للقامة معناها انخفاض عند تلك النقطة وبمعنى آخر أن المنسوب أقل والعكس تماماً بشرط أن يكون الجهاز في الوضع الأفقي.
- الفرق بين أي قراءتين للقامة فوق نقطتين مختلفتين من وضع واحد للجهاز يعطي فرق المنسوب بين النقطتين.

التسوية المثلثية:

سبق أن أشرنا في مقدمة هذه الوحدة أنه يمكن تعيين منسوب نقطة بالاستعانة بالعلاقات المثلثية التي تستند على قياسات للزوايا (بواسطة جهاز الثيودوليت) والمسافات (بواسطة الأشرطة أو الأجهزة الإلكترونية٩.

التسوية البارومترية:

هذه الطريقة كما سبق الإشارة إليها ليست من الطرق الدقيقة في طرق تعيين المناسيب. وبفضل استخدامها في الأغراض التي لا تحتاج إلى دقة عالية كالتخطيط والاستكشاف وحيث فروق الارتفاعات بين نقاطها كبيرة ولا نحتاج إلى دقة عالية.

باستخدام الشريط:

هذه الطريقة تسمى (المساطر والقضبان المدرجة) وهي تستخدم في نطاق ضيق وحيث تسمح ظروف العمل كأن تكون فروق الارتفاعات بسيطة ومحصورة ضمن أبعاد أو مساحات صغيرة. ومثال على ذلك إيجاد ارتفاعات الشبابيك وارتفاعات الأساسات وبعض التفاصيل الصغيرة لبناء معين.

سابعاً- مصادر الأخطاء في أعمال التسوية:

دائماً ما يكون هناك أخطاء في كل عملية حسابية، لذا يطلب من كل مساح أن يتنبه لمصادر هذه الأخطاء حتى يسهل حصرها وتصحيحها ما أمكن، من المصادر الرئيسة للأخطاء في أعمال التسوية ما يلي:-

- عدم دقة الأجهزة المستخدمة في عمليات التسوية سواء جهاز التسوية أو القامة.
- انحناء الأرض وانكسار الأشعة لاسيما عند اختلاف مسافات القراءات الأمامية عن مسافات القراءات الخلفية، ويزيد هذا الخطأ وضوحاً عندما تكون أطوال خطوط النظر كبيرة حيث تتراكم الأخطاء الصغيرة في النهاية.
- التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة نتيجة التقلبات الجوية حيث تتمدد أجزاء الأجهزة أو تتقلص.
- عدم أفقية أنبوب التسوية وبالتالي عدم أفقية خط النظر للجهاز.
- عدم ثبات حامل الجهاز وما ينشأ عنه من اختلاف في منسوب خط النظر أثناء القراءة.
- عدم تثبيت القامة في الوضع الرأسي تماما.
- تبديل القامة بأخرى إثناء عملية الرصد إذ ربما تتفاوت القامتان في الدقة.
- عدم ثبات أو صلابة نقاط التحول.
- عدم الدقة في قراءة القامة أو القراءة في اتجاه خاطئ.
- زوغان البصر أثناء القراءة.
- العمل في جو سيئ من حيث الطقس (رياح، رطوبة، حرارة....).
- التسجيل الخاطئ للقراءات في جدول التسوية.
- الضغط على الجهاز أو الاعتماد عليه أو الاحتكاك به مما يسبب حركة للجهاز أثناء الرصد.
- العمل في حالة من التعب الشديد.

- الاعتماد في حالة الأرصاد على روبير (Bench Mark) غير دقيق المنسوب أو خاطئة أصلا.
- تبديل القراءات الخلفية بالأمامية والعكس.
- عدم الدقة في العمليات الحسابية.

متطلبات التسوية الدقيقة:

تتطلب بعض أعمال التسوية في بعض الأحيان دقة عالية فلأجل الحصول على هذا لابد من مراعاة المتطلبات التالية:

١- وجود أجهزة دقيقة، وعناية أثناء الرصد، ودقة في أخذ الأرصاد.

٢- طريق رياضية خاصة لتوزيع الأخطاء المسموح بها.

٣- ضبط يومي لجهاز التسوية.

٤- ضبط رأسية القامة عند الرصد وفحص تدريجاتها بانتظام.

٥- مراقبة مستمرة لفقاعة التسوية عند أخذ القراءات.

٦- المسافة بين الجهاز والقامة لا تتجاوز ٥٠ متر ولا تقل عن ١ مترا واحد.

٧- أخذ قراءات الشعيرات الثلاثة الأفقية (الوسطى، وشعرتي الاستاديا العليا والسفى).

٨- حماية الجهاز من تأثيرات الشمس والرياح باستخدام مظلة.

٩- تثبيت الجهاز على ارض صلبة ثابتة.

١٠- تثبيت القامة عند نقاط التحول فوق قاعدة صلبة مستوية.

١١- استعمال قامة جيدة النوع تقاوم تغيرات الحرارة والرطوبة ما أمكن.

*** ملحوظة هامة حول أعمال التسوية:**

من الملحوظات الهامة التي ينصح كل مساح بأخذها بعين الاعتبار وإضافة لما سبق ذكره في التسوية الدقيقة ما يلي:

١- من الضروري إمساك القامة بشكل رأسي.

٢- التأكد من صحة تدريجات القامة قبل الاستعمال وخاصة قرب المفاصل في حالة تعدد القطع.

٣- التقيد بكتابة القراءات المختلفة في أماكنها الصحيحة، وكذا التأكد من صحتها وذلك بإعادة قراءاتها على الراصد وهو لا يزال في وضع الرصد على المنظار.

٤- حيث أن معظم أجهزة التسوية تحتوي بالإضافة إلى الشعرة الأفقية إلى شعرتي الاستاديا فلابد من أخذ الانتباه إلى أخذ قراءة الشعرة الوسطى دون قراءتي الشعرتين العليا والسفلى.

٥- التأكد من حساسية وفعالية فقاعة التسوية قبل البدء بالعمل.

٦- مراقبة فقاعة التسوية عند أخذ كل قراءة.

٧- لا يحرك الجهاز إلا بعد أخذ قراءة أمامية ولا تحرك القامة إلا بعد قراءة خلفية.

٨- ينصح القيام بأعمال التسوية في الأوقات التي تمتاز بصفاء الجو.

٩- في أعمال التسوية العادية وحيث يقتصر على مساحات محدودة لا داعي لأخذ انحناء الأرض وانكسار الأشعة نظراً لصغر القيمة الناتجة عن تأثيرها.

١٠- يفضل دائماً أن تبدأ عملية التسوية بالقراءة على روبير (Bench Mark) والانتهاء على روبير (Bench Mark).

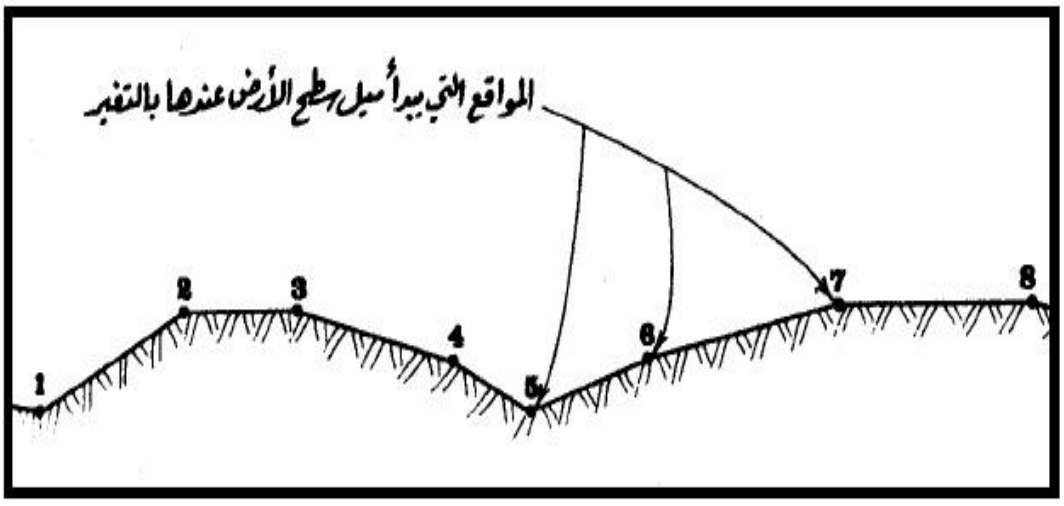
١١- يجب التأكد من صحة الروبير المعتمد عليها في الرصد.

١٢- لابد أن يعلم أن أول قراءة تدخل جدول التسوية هي قراءة خلفية وآخر قراءة هي قراءة أمامية.

ثامناً- القطاعات الطويلة

مقدمة:

في مشاريع الطرق وأفقية الري وتمديدات شبكات المياه والمجاري وخطوط، سكك الحديد، يلزم بيان طبيعة أو تضاريس سطح الأرض في اتجاه معين، وذلك لغاية التصميم وحساب الكميات، من أجل ١ذلك يجري تحديد مواقع النقاط على الاتجاه المطلوب، لغرض حساب مناسيبها، وتتفاوت المسافة بين نقطة وأخرى، وذلك حسب تغير الاتجاه وطبوغرافية الأرض، إذ أن تغيرهما يلزم في زيادة النقاط مع التقارب بينهما.



من الضروري قبل البدء في قياس مناسيب النقاط أن يبحث عن نقطة معلومة المنسوب (روبير) من بداية المشروع حتى يستند إليها في حساب مناسيب النقاط، وكذا من المفيد جدًا أن نبحث عن نقاط أخرى معلومة المنسوب تكون على مقربة من محور المشروع، وذلك لغايات التدقيق على صحة المناسيب، وإذا لم يوجد فيكتفي بنقطة قريبة من نهاية المشروع.

تقسيم المحور الطولي:

يقسم المحور الطولي إلى عدة نقاط، ممثلة بأوتاد على سطح الأرض، تقع جميعًا على استقامة واحدة، لتكون محورًا طوليًا لمشروع معين، كطريق أو سكة حديد أو قناة ري، والمسافة بين هذه النقاط تختلف على حسب تغير الاتجاه وطبوغرافية الأرض، وتتراوح هذه المسافة من ١٠م– ٥٠م والمقدار السائد من ٢٠م – ٣٠م، إلا أننا سنتناول العمل يجعل المسافة الجزئية بين النقاط متساوية، وعليه يكون التدريب العملي. أما عن طريقة تثبيت النقاط في الطبيعة على استقامة واحدة، فيتم بوضح جهاز الثيودوليت عند نقطة الدباية ويضبط الضبط المؤقت، ثم يتم التوجيه على نقطة النهاية ثم يربط مسمار الحركة السريعة، فيكون خط النظر هو الاتجاه المطلوب، فعن طريق مسك المتر على المسافة المطلوبة، وتحرك حامل الأوتاد يمينًا وشمالاً حسب توجيه الراصد، يتم تثبيت النقطة حيث ينطبق الوتد أو الشاخص على الشعرة الراسية للثيودوليت، ويكون التوجيه لأسفل الوتد وذلك لتحري الدقة.

تعيين مناسيب نقاط المحور:

قبل البدء في قياس مناسيب النقاط، من الضروري أن نبحث عن نقطة معلومة المنسوب "روبير"، تكون قريبة من بداية المشروع حتى يتسند إليها في حساب المناسيب، كذلك من المفيد جدًا أن نبحث عن نقاط "روبير" آخر على مقربة من محور المشروع، وذلك لغاية التدقيق على صحة المناسيب المحسوبة، وإذا لم يحصل ذلك فيكتفي بالبحث عن نقط قريبة من نهاية المشروع.

- بعد ذلك يتم اختيار موقع مناسب لجهاز التسوية.
- بعد ذلك توضح القامة عند النقاط التي تم تحديدها، وتؤخذ قراءة القامة عندها.
- يعبأ الجدول بهذه القراءات، كل قراءة في المكان المخصص لها من الجدول، فتكون القراءة الأولي مؤخرة، والقراءة الأخيرة مقدمة وبقية القراءات في عمود القراءة المتوسطة، هذا إذا لم يتغير موقع الجهاز من بداية الرصد إلى نهايته، أما إن تغير لوجود ما يحول بين الجهاز والقامة كتضاريس طبيعية أو عوائق صناعية، أو لبعد القامة أصلاً، فإنه سيكون في هذه الحالة نقطة دوران أو تحول يكون عندها قراءتان، مقدمة للحالة الأولي، ومؤخرة للحالة الثانية.
- بعد تسجيل القراءات، يتم حساب مناسيب النقاط وعمل التحقيق الحسابي اللازم، ويكون ما ذكر آنفًا هو الخطوة الأولي لرسم القطاع الطولي.

رسم القطاع الطولي:

لرسم القطاع الطولي، يمكن إتباع الخطوات التالية:

١) حساب مناسيب النقاط التي تم تحديدها في الطبيعة وعمل التحقيق الحسابي اللازم.

٢) حساب مناسيب خط الإنشاء.

خط الإنشاء: هو خط تصميمي وهمي، ينتج بتغيير شكل تضاريس الأرض بحفر أو ردم حسب حاجة المشروع.

يقوم المهندس المصمم للمشروع، بتحديد درجة الميل واتجاه خط المشروع ومنسوب النقطة الأولي، ومن ثم يصمم عدة خطوط، وعادة ما يتم اختيار خط الإنشاء الذي يحقق غرض المشروع بأقل تكلفة، يكون اتجاه خط الإنشاء إما أفقيًا أو يميل للأعلى أو للأسفل، المهم أنه ينتج عن توصيل نقطه خط مستقيم، فمثلاً

إذا ذكر أن خط الإنشاء يميل إلى الأعلى بنسبة ١% يعني هذا أن كل ١٠٠ متر أفقي يقابلها زيادة في المنسوب الرأسي متر واحد.

يتم حساب مناسيب خط الإنشاء بالقانون الآتي:

منسوب أي نقطة على خط الإنشاء= منسوب أول نقطة ±
(ميل خط الإنشاء × المسافة التراكمية)

المسافة التراكمية: هي المسافة من النقطة الأولي في المشروع إلى النقطة المطلوب حساب منسوبها.

(+) إذا كان الميل للأعلى.

(–) إذا كان الميل للأسفل.

مثال: (١):

إذا كان منسوب النقطة الأولي على خط ا؟لإنشاء ٧٦.٢م ويميل خط الإنشاء للأعلى بمقدار ٢% والمسافة بين كل نقطتين ٢٠م أحسب مناسيب خط الإنشاء للأول أربع نقاط.

الحل:

منسوب النقطة الأولي = ٧٢.٢م، معطي، وبالتعويض في القانون العام:

منسوب النقطة الثانية = ٧٢.٢ + (٠.٠٢ × ٢٠) = ٧٢.٦م.

منسوب النقطة الثالثة= ٧٢.٢ + (٠.٠٢ × ٤٠) = ٧٣م.

منسوب النقطة الرابعة = ٧٢.٢ + (٠.٠٢ × ٦٠) = ٧٣.٤م.

٣) اختيار مقياس الرسم المناسب:

يتم رفع المحور الطولي من الطبيعة إلى الخريطة، وترسم العلاقة بين المسافة الجزئية للنقاط، ومناسيب هذه النقاط. حيث المحور الأفقي يمثل المسافة، والمحور الرأسي يمثل المنسوب.

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{الطول على الورقة}}{\text{الطول في الطبيعة}}$$

ولابد من اختيار مقياس الرسم المناسب لكل قطاع، بحيث يكون القطاع الطولي بعد رسمه مناسبًا لحجم ورقة الرسم.

وحيث أن فروق المسافات كبير جدًا بالنسبة لفروق المناسيب، فإنه ثمة مقاييس رسم تكون مناسبة للمسافة الأفقية وهي في حدود.

$$\frac{١}{١٠٠} \quad \frac{١}{٢٠٠} \quad \frac{١}{٢٥٠} \quad \frac{١}{٣٠٠} \quad \frac{١}{٥٠٠} \quad \frac{١}{٧٥٠} \quad \frac{١}{١٠٠٠}$$

ومقاييس الرسم المناسبة للمناسيب في حدود:

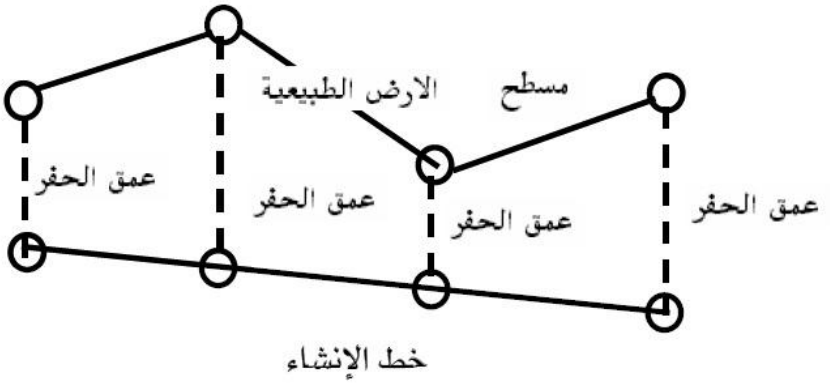
$$\frac{١}{١٠} \quad \frac{١}{٢٠} \quad \frac{١}{٢٥} \quad \frac{١}{٥٠} \quad \frac{١}{٧٥} \quad \frac{١}{١٠٠}$$

٤) حساب أعماق الحفر وارتفاعات الردم:

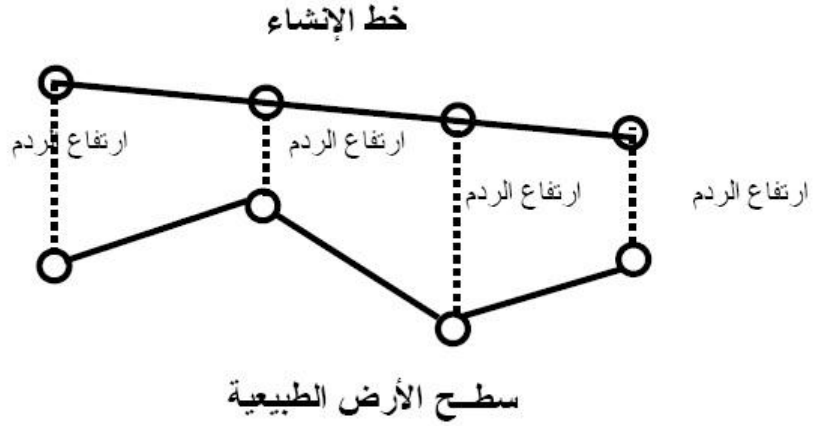
بعد رسم شكل الأرض الطبيعية وخط الإنشاء في ورقة الرسم، ينتج لنا مجموعة قطاعات كلها حفر، أو كلها ردم، أو بعضها حفر وبعضها ردم. أنظر الشكل (٢-٢) (أ، ب، ج)، من خلال النظر للأشكال الثلاثة، يتضح أن الفرق الرأسي بين منسوب خط الأرض ومنسوب خط الإنشاء قد يكون عمق حفر أو ارتفاع ردم، ويمكن عند حساب ذلك أن يكون عمق الحفر وارتفاع الردم كما يلي:

عمق الحفر = منسوب الأرض- منسوب خط الإنشاء

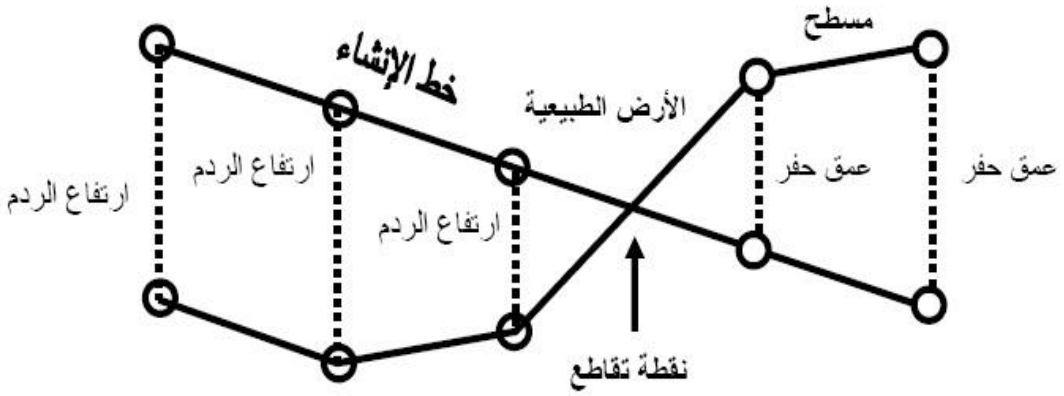
ارتفاع الردم= منسوب خط الإنشاء- منسوب الأرض



(أ) جميع القطاعات حفر، حيث مناسيب الأرض أعلى من خط الإنشاء.



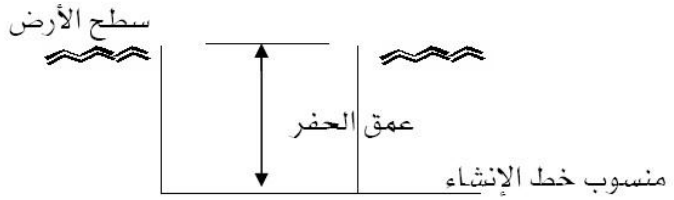
(ب) جميع القطاعات ردم ، حيث مناسيب الأرض أقل من خط الإنشاء



(ج) قطاعات حفر وقطاعات ردم

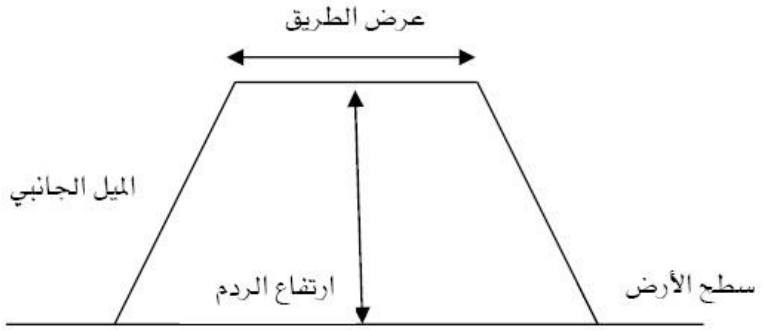
٥) حساب مساحة القطاع:

عادة ما يكون القطاع مستطيل الشكل أو شبه منحرف، ويرجع ذلك إلى حسب نوع المشروع وطبيعة التربة صخرية أم رملية أم طينية، ففي حالة الحفر في تربة صخرية تكون جوانب الحفر رأسية لتماسك التربة، فيكون القطاع مستطيل الشكل، أما في حال التربة الضعيفة فتكون جوانب الحفر أو الردم مائلة، وعادة ما يكون مقدار الميل الجانبي ١/١، ٢/١، ٣/٢ فينتج في هذه الحالة قطاع تصميمي على شكل شبه منحرف .



مساحة الحفر = عمق الحفر × عرض القطاع

مساحة الردم = ارتفاع الردم × عرض القطاع

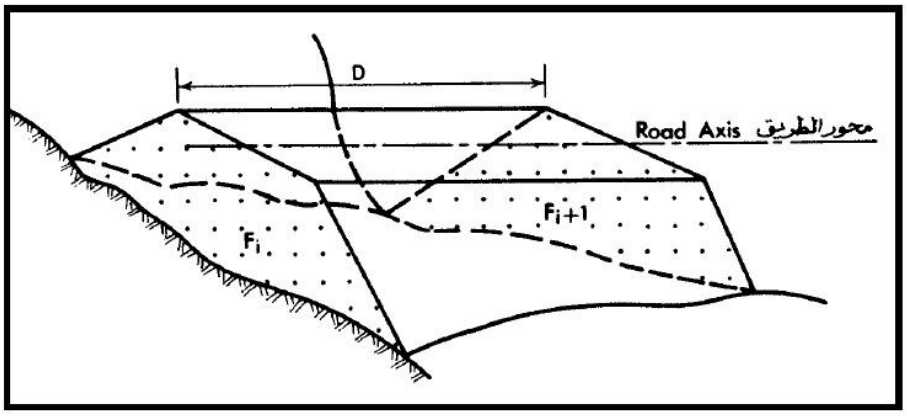


مساحة الحفر = عمق الحفر × [عرض الطريق + (الميل الجانبي × عمق الحفر)!

مساحة الردم = ارتفاع الردم × [عرض الطريق + (الميل الجانبي × ارتفع الردم)!

٦) حساب الحجوم:

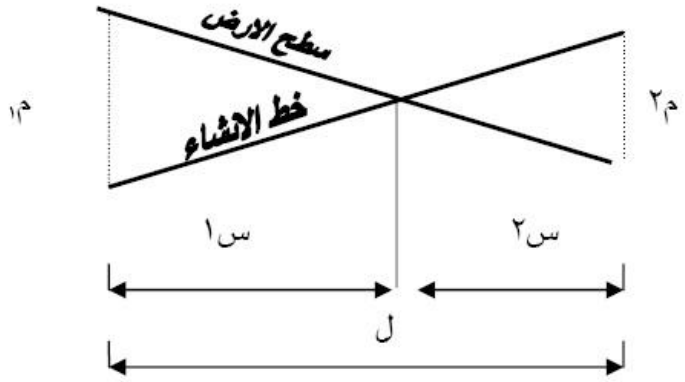
حساب الأحجام أو حساب الكميات من أهم الخطوات التنفيذية في المشاريع الهندسية، إذ يترتب عليها حساب التكاليف المادية لأحجام الحفر والردم، وتختلف التكاليف باختلاف الأراضي وعوامل أخرى. بعد مساحة كل قطاع من قطاع المشروع، ينتج لنا شكل غير منتظم، حيث يتكون منشور قائم بين كل قطاعين، حجمه يكافئ حجم متوازي المستطيلات، ومساحة قاعدته هي مساحة القطاع الأوسط، وارتفاعه هو المسافة الجزئية بين القطاعين.



مقطعان متتاليان فى منطقة ردم كامل

$$\text{الحجم بين كل قطاعين متتالين} = \frac{\text{مجموع مساحتي القطاعين}}{٢} \times \text{المسافة الجزئية}$$

ويكون الحجم الكلي هو ناتج جمع الحجوم بين تلك القطاعات، إلا أن استخدام القانون السابق لا يمكن إلا أن يكون ما بين القطاعين كله حفر أو كله ردم، أما إذا اجتماع بين قطاعين حفر وردم وذلك بتقاطع سطح الأرض مع خط الإنشاء، فلابد من حساب مسافتي التقاطع وبالتالي حساب حجم جزء الحفر وحجم جزء الردم.



حيث:

ل: المسافة الجزئية. م: مساحة الحفر.

س١: مسافة الحفر. م: مساحة الردم.

س٢: مسافة الردم.

$$\text{مسافة الحفر، س} = \frac{\text{م١} \times \text{ل}}{\text{م١+م٢}} \quad \text{مسافة الردم ، س ٢} = \frac{\text{م٢} \times \text{ل}}{\text{م١ + م٢}}$$

يجب التحقق من ل = س١+س٢

$$\text{حجم جزء الحفر} = \frac{\text{م١} \times \text{س١}}{٢} \quad \text{حجم جزء الردم} = \frac{\text{م٢} \times \text{س٢}}{٢}$$

فيكون إجمالي حجم الحفر هو حاصل جمع أحجام الحفر، وإجمالي حجم الردم هو حاصل جمع أحجام الردم.

مثال (٢):

تم الرصد بأعمال الميزانيات لقناة ري بطول ١٢٠م، مجزأة على خمس نقاط المسافة الجزئية بينها ٣٠م، سجلت الأرصاد كما في الجدول.

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
B.M			١.٧				٨٠	
١				٢.٤				
٢				٢.٠٣				
٣				٢.٧				
٤				٢.٠٦				
٥				٢.٣				
B.M				١.٦٨				

المطلوب:

١. حساب مناسيب الأرض الطبيعة وعمل التحقيق الحسابي، علمًا أن منسوب الروبير ٨٠.٠٠٠ مم.

٢. حساب مناسيب خط الإنشاء، حيث منسوب النقطة الأولي ٧٩٨٠م والميل ١% للأعلى.

٣. رسم القطاع الطولي بمقياس رسم أفقي ١: ١٠٠٠، ورأسي ١: ٢٥.

٤. حساب أعماق الحفر أو ارتفاعات الردم عند كل نقطة.

٥. حساب مساحة كل قطاع، حيث القطاع مستطيل الشكل ذو عرض ١٢م.

٦. حساب إجمالي حجم الردم.

الحل:

١- مناسيب الأرض الطبيعية كما فمي الجدول.

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
B.M			١.٧			٨١.٧	٨٠	
١				٢.٤			٧٩.٣	
٢			٢.٠٣				٧٩.٦٧	
٣			٢.٧				٧٩	
٤			٢.٠٦				٧٩.٦٤	
٥			٢.٣				٧٩.٤	
B.M				١.٦٨			٨٠.٠٢	

التحقيق الحسابي:

(١) مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٠.٠٢

(٢) منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٠.٠٢

٢- مناسيب خط الإنشاء:

منسوب أي نقطة = منسوب النقطة الأولي + (الميل × المسافة التراكمية).

منسوب النقطة الأولي= ٧٩.٨

منسوب النقطة الثانية = ٧٩.٨ + (٠.٠١ × ٣٠) = ٨٠.١م.

منسوب النقطة الثالثة = ٧٩.٨ + (٠.٠١ × ٦٠) = ٨٠٤م.

منسوب النقطة الرابعة= ٧٩.٨ + (٠.٠١ × ٩٠) = ٨٠٧م.

منسوب النقطة الخامسة = ٧٩.٨ + (٠.٠١ × ١٢٠) = ٨١م.

٣- رسم القطاع الطولي:

يتم رسم محور أفقي وآخر رأسي ثم يوقع عليه سطح الأرض وخط الإنشاء كما هو مبين في الشكل (٢-٦).

٤- حساب ارتفاع الردم:

ارتفاع الردم= منسوب خط الإنشاء- منسوب الأرض الطبيعية.

ارتفاع الردم (١) = ٧٩.٨ – ٧٩.٣ = ٠.٥م.

ارتفاع الردم (٢) =٨٠.١ – ٧٩.٦٧ = ٠.٤٣م.

ارتفاع الردم (٣) = ٨٠.٤ – ٧٩ = ١.٤م.

ارتفاع الردم (٤) = ٨٠.٧ – ٧٩.٦٤ = ٠.٠٦م

ارتفاع الردم (٥) ٨١- ٧٩٤ = ١.٠٦م.

٥- حساب مساحة القطاعات:

حيث شكل القطاع مستطيل.

مساحة القطاع = عرض القطاع × ارتفاع الردم.

مساحة القطاع (١) = ١.٢ × ٠.٥ = ٠.٦ م^{٢}

مساحة القطاع (٢) = ١.٢ × ٠.٤٣ = ٠.٥١٦م٢

مساحة القطاع (٣) = ١.٢ × ١٤ = ١.٦٨م٢.

مساحة القطاع (٤) = ١.٢ × ١.٠٦ = ١.٢٧٢ م٢.

مساحة القطاع (٥) = ١.٢ × ١.٦ = ١.٩٢م٢.

٦- حساب حجم الردم بين كل قطاعين:

$$\text{حجم الردم بين كل قطاعين} = \frac{\text{مجموع مساحتي القطاعين}}{٢} \times \text{المسافة الجزئية}$$

$$\text{الحجم بين القطاع الأول والثاني} = \frac{٠.٦ + ٠.٥١٦}{٢} \times ٣٠ = ١٦.٧٤م٢$$

$$\text{حجم الردم بين القطاع الثاني والثالث} = \frac{٠.٥١٦ + ١.٦٨}{٢} \times ٣٠ = ٣٢.٩٤م٢$$

$$\text{الحجم بين القطاع الثالث والرابع} = \frac{١.٦٨ + ١.٢٧٢}{٢} \times ٣٠ = ٤.٤٢٨ م٢$$

$$\text{الحجم بين القطاع الرابع والخامس} = \frac{١.٢٧٢ + ١.٩٢}{٢} \times ٣٠ = ٤٧.٨٨م٢$$

٧- إجمالي حجم الردم:

إجمالي حجم الردم = مجموع الأحجام بين القطاعات.

إجمـــالي حجـــم الـــردم= ١٦.٧٤ + ٣٢.٩٤ + ٤٤.٢٨ + ٤٧.٨٨ = ١٤١.٨٤م٣.

مثال (٣):

جزء من قناة صرف بطول ٤٠م، يحوي خمس نقاط المسافة الجزئية بينها ١٠م، تم الرصد بأعمال الميزانيات لهذه النقاط، فكانت الأرصاد، كما هو في الجدول.

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
B.M			٢.٣			٢٢.٣	٢٠	روبير
١				٣.٢١				
٢			٣.٤١					
٣			٣.٨١					
٤			٢.٧١					
٥			٣.٤					
B.M				٢.٣			٢٠	روبير

المطلوب:

١. حساب مناسيب الأرض الطبيعية إذا كان منسوب الروبير ٢٠م.

٢. حساب مناسيب خط الإنشاء، حيث منسوب النقطة الأولي ١٩.٥، والميل ٢% للأسفل.

٣. رسم القطاع الطولي بمقاس رسم أفقي ١: ٢٥٠، رأسي ١: ٢٠.

٤. حساب أعماق الحفر وارتفاعات الردم.

٥. حساب مساحة كل قطاع، حيث القطاع مستطيل الشكل ذو عرض ١.٧٥م.

٦. حساب حجم الحفر وحجم الردم.

٧. حساب حجم جزء الحفر وحجم وجزء الردم.

٨. حساب إجمالي حجم الحفر وحجم الردم.

الحل:

١. مناسيب الأرض الطبيعية كما هو في الجدول.

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب	المنسوب	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	سطح الميزان		
B.M			٢.٣			٢٢.٣	٢٠	روبير
١				٣.٢١		١٩.٠٩		
٢				٣.٤١		١٨.٨٩		

٣				٣.٨١			١٨.٢٩	
٤				٢.٧١			١٨.٥٩	
٥				٣.٤			١٨.٩	
B.M					٢.٣		٢٠	روبير

التحقيق الحسابي:

(١) مجموع الزخرات – مجموع المقدمات = صفر.

(٢) منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = صفر.

٢. مناسيب خط الإنشاء:

منسوب أي نقطة = منسوب النقطة الأولي – (الميل × المسافة التراكمية).

منسوب النقطة الأولي = ١٩.٥م.

منسوب النقطة الثانية = ١٩.٥ – (٠.٠٢ × ١٠) = ١٩.٣م.

منسوب النقطة الثالثة = ١٩.٥– (٠.٠٢ × ٢٠) = ١٩.١م.

منسوب النقطة الرابعة = ١٩.٥ – (٠.٠٢ × ٣٠) = ١٨.٩م.

منسوب النقطة الخامسة= ١٩.٥ – (٠.٠٢ × ٤٠) = ١٨.٧م.

٣– رسم القطاع الطولي كما مبين في الشكل (٢– ٧).

٤– أعماق الحفر وارتفاعات الردم.

عمق الحفر = منسوب الأرض – منسوب خط الإنشاء.

ارتفاع الردم= منسوب خط الإنشاء– منسوب الأرض.

ارتفاع الردم (١) = ١٩.٥ – ١٩.٠٩ = ٠.٤١م.

ارتفاع الردم (٢) = ١٩.٣ – ١٨.٨٩ = ٠.٤١م.

ارتفاع الردم (٣) = ١٩.١ – ١٨.٤٩ = ٠.٦١م.

عمق الحفر (٤) = ١٩.٥٩ – ١٨.٩ = ٠.٦٩م.

عمق الحفر (٥) = ١٩.٩ – ١٨.٧ = ٠.٢ م.

٥- مساحة القطاع = عمق الحفر أو ارتفاع الردم × عرض القناة.

مساحة الردم عند (١) = ٠.٤١ × ١.٧٥ = ٠.٧١٨م٢

مساحة الردم عند (٢) = ٠.٤١ × ١.٧٥ = ٠.٧١٨م ٢

مساحة الردم عند (٣) = ٠.٦١ × ١.٧٥ = ١.٠٦٨م

مساحة الردم عند (٤)= ٠.٦٩ × ١.٧٥ = ١.٢٠٨م٢

مساحة الحفر عند (٥)= ٠.٠٢ × ١.٧٥= ٠.٣٥م٢

الحمم بين كل قطاعين = $\frac{\text{مجموع مساحة القطاعين}}{٢}$ × المسافة الجزئية

٦-

حجم الردم بين (١) (٢) = $\frac{٠.٧١٨ + ٧١٨}{٢}$ × ١٠ = ٧.١٨م٢

حجم الردم بين (٢) (٣) = $\frac{١.٠٦٨ + ٧١٨}{٢}$ × ١٠ = ٩.٩٣م٢

حجم الحفر بين (٤) (٥)= $\frac{٣٥ + ١.٢٠٨}{٢}$ × ١٠ = ٧.٧٩م٢

٧- لإيجاد الحجم الجزئي للحفر والردم بين (٣) و(٤) لابد من إيجاد مسافتي الحفر والردم.

س١= $\frac{م ٣ \times ل}{م٢+م٤}$ = $\frac{١٠ \times ١.٠٦٥٨}{١.٢٠٨ + ١.٠٦٨}$ = ٤.٦٩٢م

س٢= $\frac{م٤ \times ل}{م٣ \times م٤}$ = $\left|\frac{١٠ \times ١.٢٠٨}{١.٠٦٨ + ١.٢٠٨}\right|$ = ٥.٣٠٨م

حجم جزء الحفر = $\left|\frac{م٤ \times س٢}{٢}\right|$ = $\frac{٥.٣٠٨ \times ١.٠٦٨}{٢}$ = ٣.٢٠٦م٣

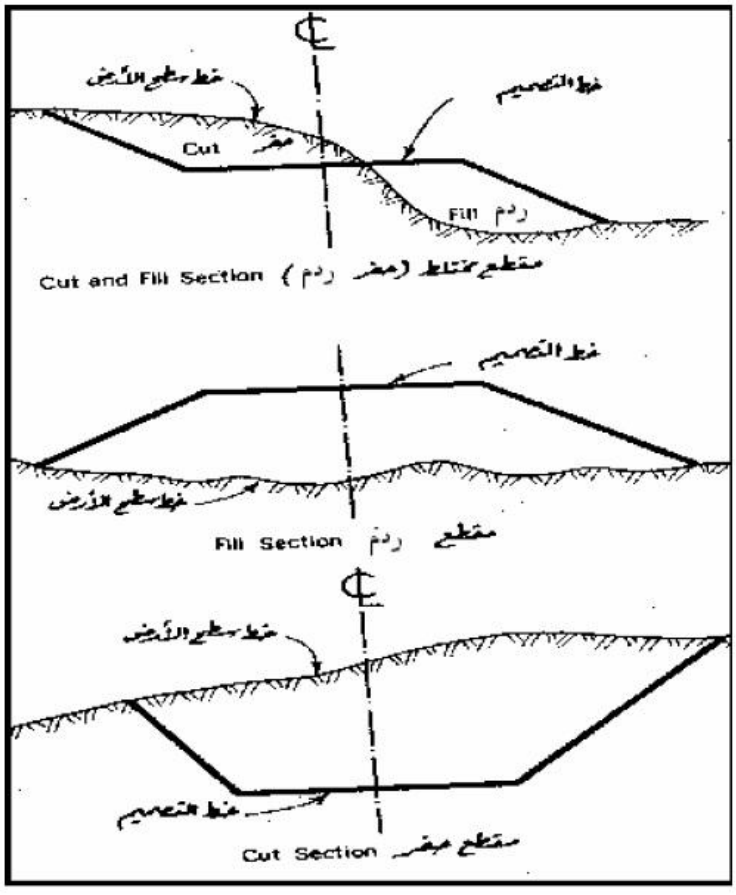
٨- إجمالي حجم الردم = ٧.١٨ + ٨.٩٣ + ٢.٥٠٦ = ١٨.٦١٦م٢

إجمالي حجم الردم = ٧.٧٩ + ٣.٢٠٦ = ١٠.٩٩٦م٢

تاسعاً- القطاعات العرضية

مقدمة:

كثيرًا ما يلزم معرفة تضاريس سطح الأرض ليس فقط عند نقاط محددة على محور المشروع، ولكن عند نقاط على يمين وشمال هذا المحور أيضًا من أجل هذا يجري قياس مناسيب نقاط مختارة على اتجاهات متعامدة مع محور المشروع تسمي هذه الاتجاهات بالقاطع العرضية، تتباعد هذه المقاطع عن بعضها حسب طبيعة الأرض ودرجة الدقة المطلوبة إلا أنها تتراوح بين ١٠م – ٥٠م. أما مسافة امتداد القطاع العرضي عن يمين وشمال المحور، فتتبع أيضًا طبيعة الأرض ونوع المشروع.



مقاطع عرضية متنوعة لطريق

تم عمل القطاع العرضية للمشاريع الممتدة طوليًا، والتي تشغل شريطًا عرضيًا مع الأرض، مثل مشاريع الطرق وسكك الحديد والقنوات الصناعية، والتي يلزم معرفة شكل الأرض لحساب مكعبات الحفر والردم بدقة عالية، توقع نقاط القطاعات العرضية باستخدام جهاز الثيودوليت، ثم يتم الرصد بأعمال الميزانيات لهذه النقاط لحساب مناسيبها.

كيفية تنفيذ القطاعات العرضية في الطبيعية:

يتم تنفيذ القطاعات العرضية أثناء تنفيذ القطاع الطولي للمشروع، حيث يتم استخدام جهاز الثيودوليت في إنشاء اتجاه عمودي على المحور الطولي ثم توقع نقاط القطاع العرضي على مسافة تغير سطح الأرض، أو مسافة ثابتة بين كل نقطة والتي تليها عن يمين وشمال المحور ويراعي أن تغطي النقاط عرض المشروع، ويعد ذلك ترقم هذه القطاعات وترقم نقاطها كما سيأتي في المثال (٤) بعد توقيع القطاعات العرضية، يتم وضع جهاز الميزان في أماكن قريبة من القطاعات لعرضية بحيث يكون كل قطاع واضحًا للميزان في نفس الوقت لابد من إمكانية رصد نقاط القطاع الطولي، وتظهر فائدة هذه الطريقة عندما تزيد المسافات بين القطاعات العرضية، فلا يسمح للميزان رؤية جميع النقاط فيلزم عمل نقاط دوران، وقد يبدأ بالرصد للقطاع العرضي من محوره وقد يبدأ من أحد جانبية، وتدون قراءات القامة لنقاط القاطعات العرضية في الجدول كالطريقة المتبعة في القطاع الطولي، غير أنه تختلف هنا طريقة تدوين المسافة، فلابد من تسجيل بعد كل نقطة من المقطع العرضي عن محور المشروع، وبيان موقعها ما إذا كانت على نفس المحور أو على يمينه أو شماله.

رسم القطاعات العرضية:

يتم رسم القطاعات العرضية بنفس الطريقة المتبعة في رسم القطاعات الطولية، وذلك باختيار محورين متعامدين، أحدهما أفقي للمسافات الأفقية، والآخر رأسي للمناسيب.

حساب مناسيب خط الإنشاء:

يأخذ الطريق دائمًا شكلاً شبه منحرف، يكون منسوب خط الإنشاء عند نقطة بداية القطاع ونقطة نهايته سواء وتحسب كالتالي:

منسوب خط الإنشاء عند بداية ونهاية القطاع العرضي.

منسوب خط الإنشاء عند الحور ± (المسافة × الميل الجانبي)

(+) إذا كان الميل للأعلى (−) إذا كان الميل للأسفل.

أما مناسيب النقاط التي تكون عن يمين أو شمال المحور، فتأخذ منسوب خط الإنشاء عند نقطة المحور.

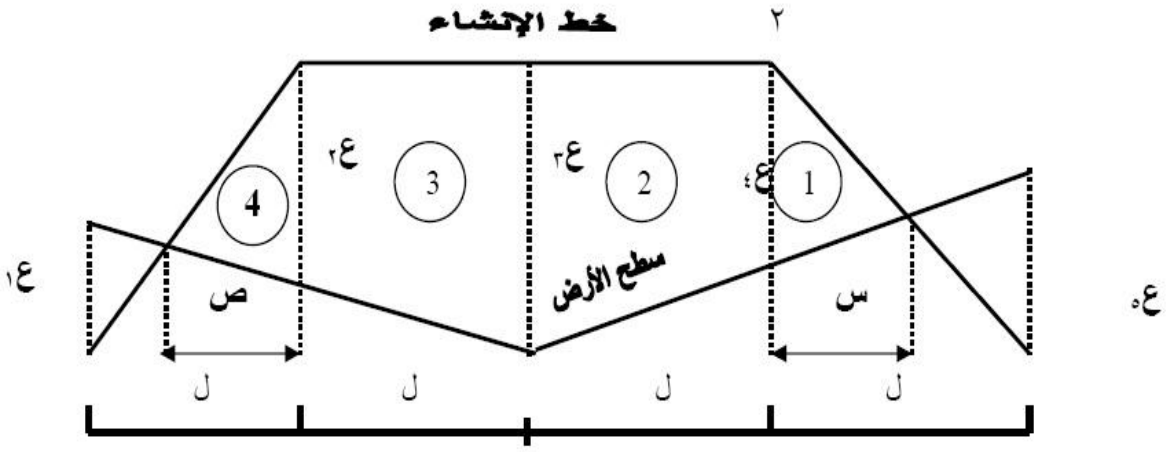
حساب مساحة القطاعات العرضية:

هناك طريقتان لحساب مساحات القطاعات العرضية، طريقة الإحداثيات، وطريقة الأشكال التي سيتناولها المتدرب في هذه الوحدة.

وفكرتها أن تقسم القطاعات العرضية إلى أشكال، أشياء منحرفات، ومثلثات، تحسب مساحة كل شكل، ومن ثم تكون مساحة القطاع العرضي هو حاصل جمع هذه المساحات.

$$\text{مساحة المثلث} = \frac{\text{القاعدة} \times \text{الارتفاع}}{٢}$$

مساحة الشكل (٢) = $\frac{٢\times(ع٣+ع٢)}{٢}$



مسامحة الشكل (٢) = $\frac{٢\times(ع٣+ع٢)}{٢}$

مسامحة الشكل (٣)	=	$\frac{ل\times(ع٢+ع٢)}{٢}$

مساحة الشكل (١) = ½ × ع٤ × س

مساحة الشكل (٤) = ½ × ع٢ × ص

حيث:

س = $\frac{ع٤\times ل}{(ع٤+ع٥)}$ ، ص = $\frac{ع٢\times ل}{(ع١+ع٢)}$

إجمالي مساحة القطا٨ = مجموع مساحة الأشكال.

مثال (٤):

جزء من طريق طوله ٦٠م مكون من ٤ قطاعات عرضية كل قطاع مكون من ٥ نقاط، المسافة بين كل نقطتين ٤م والمسافة بين كل قطاعين متتاليين ٢٠م، تم الرصد بأعمال الميزانيات لهذه النقاط فكان الأرصاد كما هو مسجل في الجدول.

المطلوب:

١. حساب مناسيب جميع النقاط وعمل التحقيق الحسابي اللازم إذا كان منسوب الروبير ٢٢.١١١.

٢. حساب مناسيب خط الإنشاء إذا كان منسوب النقطة الأولي ٣٢ والميل ٢% للأسفل.

٣. رسم القطاع الطولي لقياس رسم ١: ٥٠٠، ورأسي ١: ٢٥.

٤. حساب أعماق الحفر وارتفاعات الردم.

٥. حساب مساحة كل قطاع إذا كان عرض الطريق ٨م والميل الجانبي ٢/١.

٦. حجم الحفر وحجم الردم من كل قطاعين.

٧. إجمالي حجم الحفر وإجمالي حجم الردم.

٨. رسم القطاعات العرضية بمقياس رسم أفقي ١: ٢٠٠، ورأسي ١: ٢٥.

٩. حساب مساحة القطاعات العرضية بطريقة الأشكال.

الحل:

١) مناسيب الأرض الطبيعية كما في الجدول.

جدول أرصاد ميزانية للقطاعات العرضية بطريقة "منسوب سطح الميزان"

رقم القطاع	رقم الوتد	المسافات			مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
		يمين	محور	يسار						
الأول	B.M				٠.٩٠٥				٣٢.١١١	
	١			٤		٢.١٩٦				
	٢			٤		٢.٢٠٧				
	٣		صفر			٢.٠٣٣				
	٤	٤				٢.٠٢٨				
	٥	٤				١.٨٧١				
الثاني	٦					١.٩٩٨				
	٧			٤		١.٩١٦				
	٨		٢٠	٤		١.٦٥٣				
	٩	٤				١.٥٦٤				

	١٠	٤			٠.٩٧٣					
الثالث	١١			٤	٢.٥٣٦					
	١٢			٤	١.٢٣١					
	١٣		٤٠		١.٦١٠					
	١٤	٤			١.٢١٣					
	١٥	٤			١.٢٧٣					
	١٦			٤	٠.٧٨٩					
	١٧			٤	١.١٧٣					
الرابع	١٨		٦٠		١.٠٨٤					
	١٩	٤			١.٢٠١					
	٢٠	٤			١.٢٣					
	B.M				٠.٩٠٥					

التحقيق الحسابي:

(١) مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

(٢) منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة =

٢) حساب مناسيب خط الإنشاء:

منسوب أي نقطة = منسوب أول نقطة – (الميل × المسافة التراكمية).

القطاع الطولي مكون من (٣، ٨، ١٣، ١٨).

منسوب خط الإنشاء للنقطة (٣) = ٣٢م.

منسوب خط الإنشاء للنقطة (٨) = ٣٢– (٠.٠٢ × ٢٠) = ٣١.٦م.

منسوب خطا الإنشاء للنقطة (١٣) = ٣٢– (٠.٠٢ × ٤٠) = ٣١.٢م.

منسوب خط الإنشاء للنقطة (١٨) = ٣٢ – (٠.٠٢ × ٦٠) = ٣٠.٨م.

جدول أرصاد ميزانية للقطاعات العرضية بطريقة "منسوب سطح الميزان"

اسم الراصد: التاريخ:

رقم المشروع: حل مثال رقم (٤) نوع الجهاز:

رقم القطاع	رقم الوتد	المسافات			مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
		يمين	محور	يسار						
الأول	B.M				٠.٩٠٥				٣٢.١١١	
	١			٤		٢.١٩٦			٣٠.٨٢٠	

	٢			٤		٢.٢٠٧			٣٠.٨٠٩	
	٣		صفر			٢.٠٣٣			٣٠.٩٨٣	
	٤	٤				٢.٠٢٨			٣٠.٩٨٨	
	٥	٤				١.٨٧١			٣١.٠١٨	
الثاني	٦					١.٩٩٨			٣١.١٠٠	
	٧			٤		١.٩١٦			٣١.٣٦٣	
	٨		٢٠	٤		١.٦٥٣			٣١.٤٥٢	
	٩	٤				١.٥٦٤			٣٢.٠٤٣	
	١٠	٤				٠.٩٧٣			٣٢.٠٤٣	
الثالث	١١			٤		٢.٥٣٦			٣٠.٤٥٣	
	١٢			٤		١.٢٣١			٣١.٧٨٥	
	١٣		٤٠			١.٦١٠			٣١.٤٠٦	

	١٤	٤			١.٢١٣				.٣١.٨٠	
	١٥	٤			١.٢٧٣				٣١.٧٤٣	
	١٦			٤	٠.٧٨٩				٣٢.٢٢٧	
	١٧			٤	١.١٧٣				٣١.٨٤٣	
الرابع	١٨		٦٠		١.٠٨٤				٣١.٩٣٢	
	١٩	٤			١.٢٠١				٣١.٨١٥	
	٢٠	٤			١.٣٣٨				٣١.٧٧٨	
	B.M								٣٢.١١١	

التحقيق الحسابي:

(١) مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٠.٩٠٥– ٠.٩٠٥= صفر.

(٢) منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٣٢.١١١ – ٣٢.١١١= صفر.

٣) رسم القطاع الطولي:

٤) حساب أعماق الحفر وارتفاع الردم:

القطاع الأول = ٣٢– ٣٠.٩٨٣ = ١.٠١٧م ردم.

القطاع الثاني= ٣١.٦٠- ٣١.٣٦٣ = ٠.٢٣٧ م ردم.

القطاع الثالث = ٣١.٤٠٦ – ٣١.٢ = ٠.٢٠٦م حفر.

القطاع الرابع = ٣١.٩٣٢ – ٣٠.٨ = ١.١٣٢م حفر.

٥) رسم القطاع العرضية:

– القطاع العرضي الأول مكون من النقاط (١، ٢، ٣، ٤، ٥) مناسيب هذه النقاط، كما في الجدول، ثم يوقع خط الإنشاء على أساس أن الطريق أفقي عرضه ٨ متر، فيكون منسوب خط الإنشاء لنقطة (٢).

(٤) = منسوب خط الإنشاء عند نقطة محور القطاع (٣) = ٣٢م.

أما منسوب خط الإنشاء عند (١) (٥) = منسوب خط الإنشاء عند المحور – (المسافة × الميل الجانبي).

(+) إذا كان الميل للأعلى.

(–) إذا كان الميل للأسفل.

= ٣٢.٠٠٠- (٤× ½) = ٣٠ متر.

ثم يرسم خط الإنشاء فينتج الشكل (٢– ١٠).

- وبالمثل يتم رسم القطاع العرضي الثاني المكون ن النقاط (٦، ٧، ٨، ٩، ١٠)، منسوب خط الإنشاء عند (٧)، (٩) = منسوب خط الإنشاء عند (٨) = ٣١.٦م.
- منسوب خط الإنشاء عند (٦) و (١٠) = ٣١.٦- (٤×½)= ٢٩.٦م.

ثم رسم خط الإنشاء فينتج الشكل (٢–١١).

وبالمثل يرسم القطاع العرضي الثالث المكون من النقاط (١١، ١٢، ١٣، ٨٤، ١٥).

منسوب خط الإنشاء عند (١٢) (١٤) = ٣١.٢م.

منسوب خط الإنشاء عند (١١) (١٥) = ٣١.٢ + (٤× ½) = ٣٣.٢٠م.

ثم يرسم هذا القطاع فينتج الشكل (٢-١٢).

- ثم القطاع الرابع المكون (١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠).

منسوب خط الإنشاء عند (١٧) (١٩) = منوسب خط الإنشاء عند ١٨= ٣٠٨م.

منسوب خط الإنشاء عند (١٦) (٢٠) = ٣٠.٨ + (٤× ½) = ٣٢.٨،

ثم يرسم هذا القطاع فينتج الشكل (٢- ١٣).

ثالثًا: مساحة الأشكال:

مساحة الشكل رقم (١) = $\frac{(ع٢+ع٣)}{٢}$ ×ل= $\frac{(١.١٩١ + ١.٠١٧)}{٢}$ × ٤= ٤.٤١٦م٢

مساحة الشكل رقم (٢) = $\frac{(ع٣+ع٤)}{٢}$ ×ل= $\frac{(١.٠١٧ + ١.٠١٢)}{٢}$ × ٤=٤٠٥٨م٢

مساحة الشكل رقم (٣) = $\frac{١}{٢}$ × ع٤× س = $\frac{١}{٢}$ × ١.٠١٢ × ١.٠٨٧٧ =- ٠.٩٥٠م٢

مساحة الشكل $\frac{١}{\quad}$ × ع٢×ص = $\frac{١}{\quad}$ × ١.١٩١ ×١.٣٦٩= ١.٤١١م٢

رقم (٤) = $\frac{\sqrt{\text{٢}}}{\text{٢}}$

إجمالي مساحة القطاع الأول = مجموع مساحات الأشكال الأربعة.

= ٤.٤١٦ + ٤.٠٥٨ + ٠.٩٥٠ + ١.٤١١

= ١٠.٨٣٥م ٢

القطاع العرضي الثاني

أولا: حساب عمق الحفر أو ارتفاع الردم.

ع١= ٣١.٠١٨- ٢٩.٦٠= ١٤١٨م.

ع٢= ٣١.١٠- ٣١.٦٠٠ = -٠.٥

ع٣= ٣١.٣٦٣- ٣١.٦٠٠ = -٠.٢٣٧م.

ع٤= ٣١.٤٥٢- ٢١.٦٠٠= - ٠.١٤٨م.

ع٥= ٣٢.٠٤٣- ٢٩.٦٠٠ =٢.٤٤٣م

ثانيًا: حساب مسافتي التقاطع س١، ص١

$$\text{س} = \frac{\text{ع٤} \times \text{ل١}}{\text{ع٤+ع٥}} = \frac{\text{٤} \times \text{٠.١٤٨}}{\text{٢.٤٤٣} \times \text{٠.١٤٨}} = \text{٠.٢٢٩م}$$

$$\text{ص} = \frac{\text{ع٢} \times \text{ل١}}{\text{ع١+ع٢}} = \frac{\text{٤} \times \text{٠.٥٠}}{\text{١.٤١٨} \times \text{٠.٥}} = \text{١.٠٤٣م}$$

ثالثًا: مساحة الأشكال:

مساحة الشكل رقم (١)= $\frac{(ع٢+ ع٣)}{٢}$ ×ل= $\frac{(٠.٢٣٧ +٠.٥)}{٢}$ × ٤= ١.٤٧٤م٢

مساحة الشكل رقم (٢)= $\frac{(ع٣+ ع٤)}{٢}$ ×ل= $\frac{(٠.١٤٨ +٠.٢٣٧)}{٢}$ × ٤=٠.٧٧م٢

مساحة الشكل رقم (٣)= $\frac{١}{٢}$ × ع٤× س $\frac{١}{٢}$ × ٠.١٤٨× ٠.٢٢٩= ٠.٠١٧م٢

إجمالي مساحة القطاع الثاني= مجموع مساحات الأشكال الأربعة.

= ١.٤٧٤ + ٠.٧٧ +٠.٠١٧ + ٠.٢٦١

= ٢.٥٢٢م٢

القطاع العرضي الثالث:

أولا: حساب عمق الحفر أو الردم.

ع١= ٣٠.٤٥٣ – ٣٣.٢٠ = ٢.٧٤٧م.

ع٢= ٣١.٧٨٥ –٣١.٢٠٠= ٠.٥٨٥م.

ع٣= ٣١.٤٠٦ – ٣١.٢٠٠ = ٠.٢٠٦م.

ع٤= ٣١.٨٠٣ – ٣١.٢٠٠ = ٠.٦٠٣م.

ع٥= ٣٢.٧٤٣– ٣٣.٢٠٠ = –١.٤٥٧م.

ثانيًا: حساب مسافتي التقاطع س١، ص١.

$$س = \frac{ع٤ \times ل١}{ع٤ + ع٥} = \frac{٤ \times ٠.٦٠٣}{١.٤٥٧ \times ٠.٦٠٣} = ١.١٧١م$$

$$ص = \frac{ع٢ \times ل١}{ع١ + ع٢} = \frac{٤ \times ٠.٥٨٥}{١.٤٥٧ \times ٠.٥٨٥} = ٠.٧٠٢م$$

ثالثًا: مساحة الأشكال:

$$\text{مساحة الشكل رقم (١)} = \frac{(ع٢ + ع٣)}{٢} \times ل١ = \frac{(٠.٥٨٥ + ٠.٢٠٦)}{٢} \times ٤ = ١.٥٨٢م٢$$

$$\text{مساحة الشكل رقم (٢)} = \frac{(ع٣ + ع٤)}{٢} \times ل١ = \frac{(٠.٢٠٦ + ٠.٦٠)}{٢} \times ٤ = ١.٦١٨م٢$$

$$\text{مساحة الشكل رقم (٣)} = \frac{١}{٢} \times ع٤ \times س = \frac{١}{٢} \times ٠.٦٠٣ \times ١.١٧١ = ٠.٣٥٣م٢$$

$$\text{مساحة الشكل رقم (٤)} = \frac{١}{٢} \times ع٢ \times ص = \frac{١}{٢} \times ٠.٥٨٥ \times ٠.٧٠٢ = ٠.٢٠٥م٢$$

إجمالي مساحة القطاع الثالث = مجموع مساحات الأشكال الأربعة.

$$= ٣.٧٥٨م٢$$

القطاع العرضي الرابع:

أولا: حساب عمق الحفر أو ارتفاع الردم

ع١= ٣٢.٢٢٧ – ٣٢.٨٠ = -٠.٥٧٣م

ع٢= ٣١.٨٤٣ – ٣٠.٨٠ = ١.٠٤٣م

ع٣= ٣١.٩٣٢ – ٣٠.٨٠= ١.١٣٢م

ع٤= ٣١.٨١٥ – ٣٠.٨٠ = ١.٠١٥م

ع٤= ٣١.٨١٥ – ٣٠.٨٠ = ١.٠١٥م

ثانيًا: حساب مسافتي التقاطع س، ص

$$\text{س} = \frac{\text{ع٤} \times \text{ل}}{\text{ع٤+ع٥}} = \frac{٤ \times ١.٠١٥}{١.٠١٥ + ١.٠٢٢} = ١.٩٩٣\text{م}$$

$$\text{ص} = \frac{\text{ع٢} \times \text{ل}}{\text{ع١+ع٢}} = \frac{٤ \times ١.٠٤٣}{١.٠٤٣ + ٠.٥٧٣} = ٢.٥٨٢\text{م}$$

ثالثًا: مساحة الأشكال:

مساحة الشكل رقم (١)= $\frac{(\text{ع٢+ ع٣})}{٢} \times \text{ل١}$ $\frac{(١.٠٤٣ + ١.١٣٢)}{٢} \times ٤ = ٤.٣٥\text{م}^2$

مساحة الشكل رقم (٢)= $\frac{(\text{ع٣+ ع٤})}{٢} \times \text{ل}=$ $\frac{(١.١٣٢ + ١.٠١٥)}{٢} \times ٤ = ٤.٢٩٤\text{م}^2$

مساحة الشكل رقم (٣)= $\frac{١}{٢}$ ع٤× س= $\frac{١}{٢} \times ١.٠١٥ \times ١.٩٩٣ = ١.٠١٢\text{م}^2$

مساحة الشكل رقم (٤)= $\frac{١}{٢} \times$ ع٢× ص= $\frac{١}{٢} \times ١.٠٤٣ \times ٥٨٢.٢ = ١.٣٤٧\text{م}^2$

$$= ٤.٣٥٠ + ٤.٢٩٤ + ١.٣٤٧ = ١١.٠٠٣\text{م}^2$$

عاشراً- الميزانية الشبكية وخطوط الكنتور

مقدمة:

توجد طرق عديدة لتمثيل الظواهر الطبيعية وتضاريس سطح الأرض، من أودية وحروف ومنحدرات وسهول وهضاب، ويعتبر الإلمام بهذه الطرق أمرًا حيويًا، حيث يسهل على قارئ الخريطة أخذ صورة صادقة عن طبيعة المنطقة التي تمثلها الخارطة، وهذا بدوره يساعد في التخطيط الجيد والسليم لكافة المشاريع الهندسية من طرق وسكك حديدية وإسكان وري.. الخ، التي يمكن أن تنشأ في تلك المنطقة، ومع أن طرق التمثيل تتفاوت من حيث الدقة والجهد والوقت، إلا أنها تلتقي من حيث أبراز معالم الطبيعية بشكل واضح، من هذه الطرق، طريقة الألوان، وطريقة التهشين، وطريقة التجسيم، وطريقة خطوط الدكنتور، التي نحن بصدد دراستها في هذا الفصل إن شاء الله، وهذه الطريقة تعد أدق الطرق وأحدثها في إظهار التضاريس.

خط الكنتور: هو خط وهمي متعرج مغلق، يصل بين نقاط من الأرض لها نفس المنسوب.

الفترة الكنتورية: هي الفرق بين متسويين لخطي كنتور متتاليتين، وهي ثابتة للخريطة الواحدة.

تتراوح الفترة الكنتورية غالبًا بـ ٥-١٠م، وقد تقل لتصبح مترًا واحدًا، وقد تزيد لتصل إلى ٢٠م ويتحكم في اختيارها أمور منها.

١. الغرض من الخريطة، وهذا تصغر الفترة الكنتورية، فيحصل زيادة في المعلومات والتفصيلات.

٢. الوقت وتكاليف الأعمال، فمن الطبيعي أنه كلما صغرت الفترة الكنتورية أزداد عدد خطوط الكنتور، وبالتالي يزداد عدد النقاط في الطبيعة، فإيجاد مناسيبها يترتب عليه زيادة في الوقت والجهد والتكلفة.

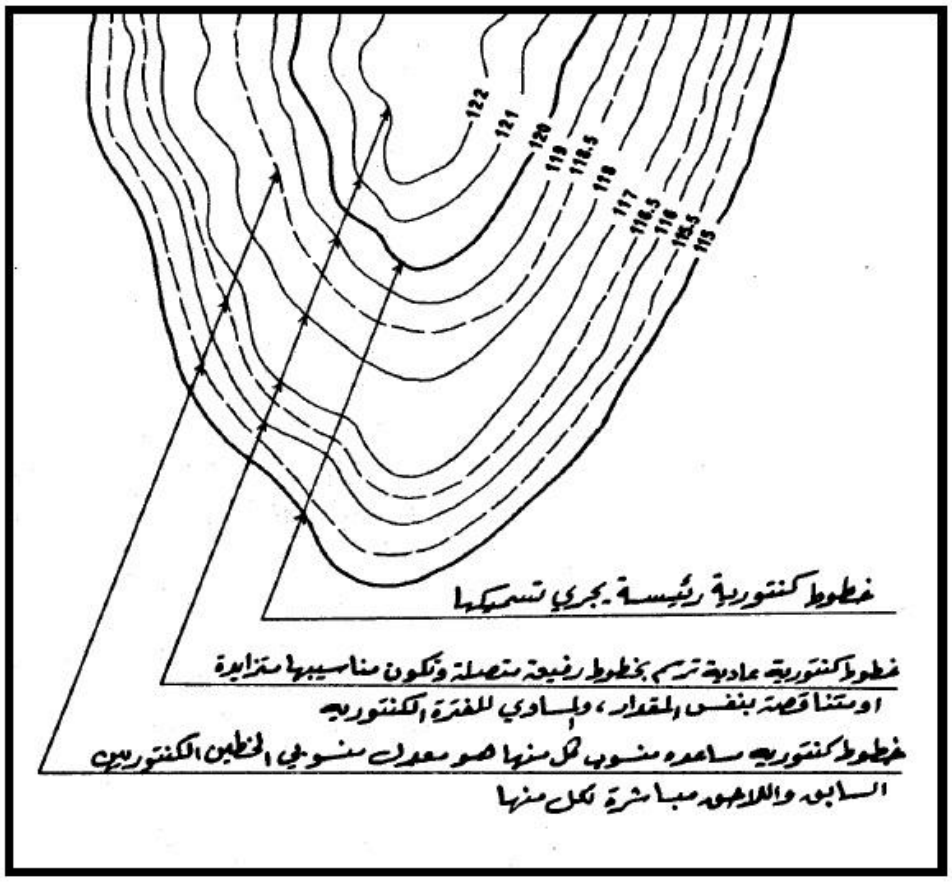
٣. طبيعة الأرض، فكلما كانت الأرض سهلة منبسطة، تطلب ذلك صغر الفترة الكنتورية، لأن التغيرات تكون بسيطة جدًا، والمسافات بين خطوط الكنتور كبيرة، وبالعكس في المناطق الجبلية.

يمكن تحديد الفترة الكنتورية تبعًا للفرض من المخطط أو الخريطة، فعلي سبيل المثال ما يلي:

- في المراحل ا؟لأولي لتخطيط الطرق والمسدود والمشاريع الهندسية تكون الفترة الكنتورية ١٠-٢٥م.
- في أعمال تخطيط المدن بشكل عام تكون الفترة الكنتورية ٠، ٥- ٥م.
- لأغراض العمران تكون الفترة الكنتورية من ٠.١- ١م.
- المراحل النهائية للمشاريع الهندسية، حيث يتطلب ا؟لأمر مزيدًا من التفاصيل لحساب الكميات بدقة تكون الفترة ٠.٢٥- ١م.

جرت العادة في الخرائط الكنتورية، أن تكتب المناسيب عليها، ولكتابة المناسيب على خطوط الكنتور، دون تعكير لوضوحها، يترك عادة فتحة ضمن خط الكنتور، ليكتب المنسوب ضمنها وبموازاة الخط، كما أنه ليس ضروريًا أن يكتب منسوب كل خط، فقد يكتفي بكتابة مناسيب الخطوط الرئيسية، حيث يوجد في خطوط الكنتور رئيسية وعادية وأخرى مساعدة، كما أنه في غالب الخرائط يسمك الخط الخامس من خطوط الكنتور.

ومعلوم لدي المساح أن أول مرحلة من مراحل تشكيل خطوط الكنتور، تتلخص في تعيين النقاط اللازمة لتشكيل خطوط الكنتور على طبيعة الأرض، والغرض من الخريطة، ومقياس الخريطة ودرجة الدقة المطلوبة. ثم إنه لرسم خطوط الكنتور لهذه النقاط، ثمة طريقتان، طريقة مباشرة تعتمد على تقسيم الأضلاع إلى قطاعات عرضية، وطرقة غير مباشرة وهي عادة ما تستخدم في جميع الأعمال المساحية لرسم خطوط الكنتور وذلك لسهولتها، وهي أنواع:



١. طريقة الإشعاع.

٢. طريقة القطاعات.

٣. الطريقة العشوائية.

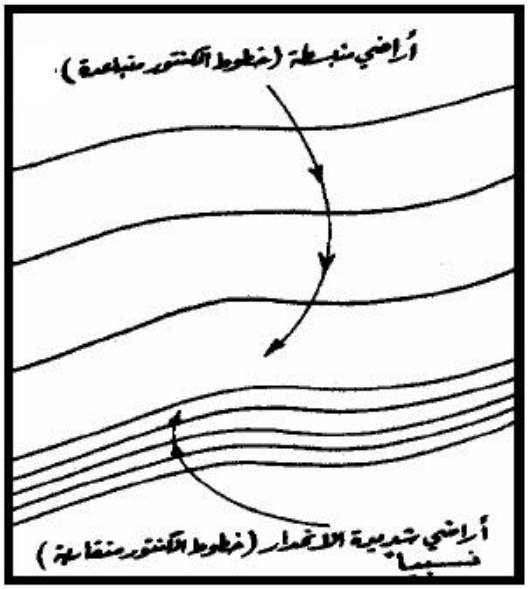
٤. الميزانية الشبكية.

والطريقة الأخيرة هي التي ستتاول المتدرب دراستها في هذا الوحدة إن شاء الله، من حيث كيفية توقيعها في الطبيعة، ورصد النقاط، ورسم خطوط الكنتور، وحساب مكعبات الحفر والردم عند تسوية الأرض على منسوب معين أو منسوب متوسط، وتكلفة المشاريع الإنشائية.

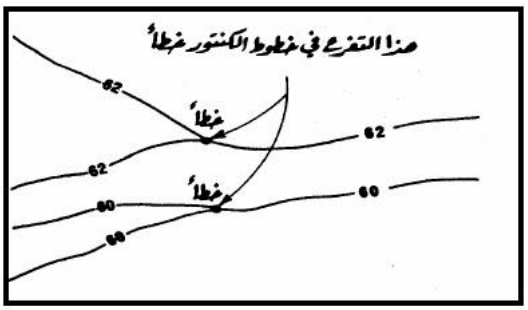
١- خصائص خطوط الكنتور:

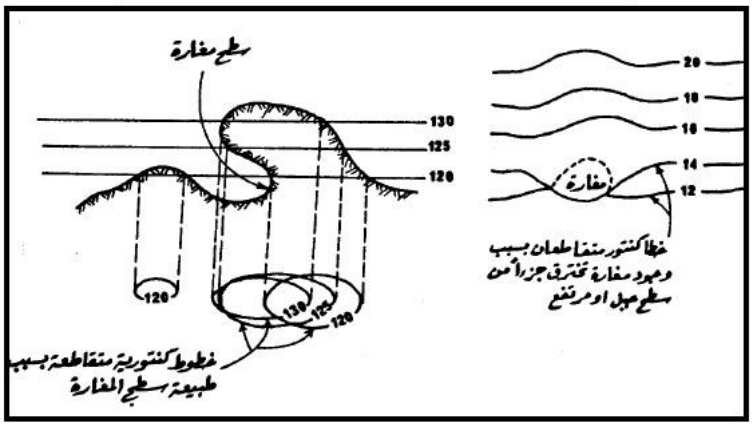
١. النقاط الواقعة على خط الكنتور لها نفس المنسوب.

٢. تقارب خطوط الكنتور يعني شدة انحدار أو ارتفاع الأرض والعكس صحيح.



٣. خطوط الكنتور لا تتقاطع مع بعضها إلا في حالة الكهوف، ولا تتفرع إلى فرعين

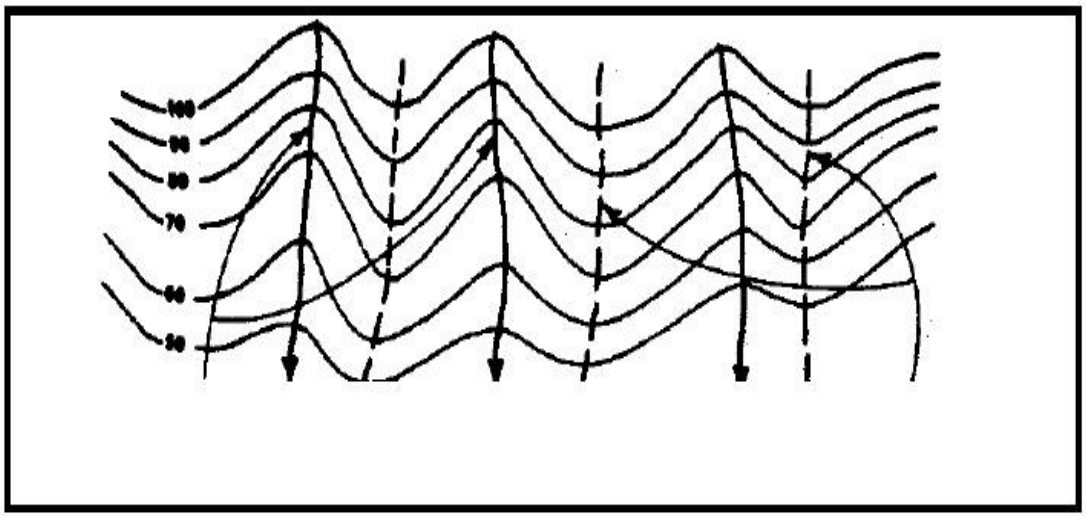




٤. خطوط الكنتور لا تنطبق على بعضها.

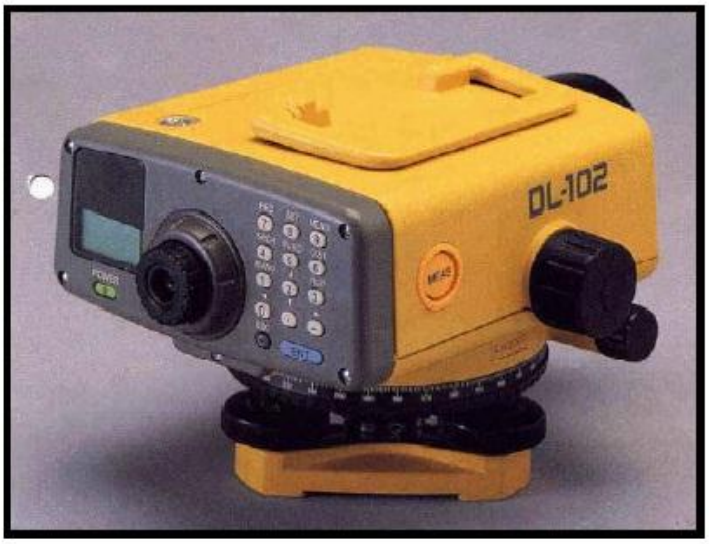
٥. خطوط الكنتور مقفلة حول نفسها، وتظهر أحيانًا مقفلة على أطراف الخريطة.

٦. خطوط الكنتور متموجة الشكل، تشير إلى وجود سلسلة من الارتفاعات والانخفاضات.



٢- الميزان الرقمي:

و جهاز من الأجهزة المساحية الحديثة ويتميز هذا الجهاز بميزات جعلته يفوق بقية أجهزة التسوية.



مميزات الميزان الرقمي:

١. سهولة الاستخدام.

٢. مناسب للمشاريع الكبيرة لاحتوائه على كرت ذاكرة تصل إلى ٢٠٠٠ قراءة.

٣. إمكانية حساب الارتفاع والمسافة في آن واحد.

٤. مقاوم للظروف الجوية الصعبة.

٥. إمكانية استخدامه للقامة العادية بدلاً من القامة المخصصة له.

٦. قوة التكبير تصل إلى ٢٣ ×.

ولعله يتسنى للمتدرب العمل عليه في التدريب العملي الثالث.

٣- الميزانية الشبكية:

أولاً لابد أن تعلم أن الميزانية الشبكية إنما تستخدم في الأراضي شبه المستوية والتي فروق المناسيب بين نقاطها صغيرة، وتتلخص فكرة هذه الطريقة في تقسيم الأرض إلى شبكة من المربعات أو المستطيلات بأبعاد متساوية، تختلف حسب طبيعة الأرض، والدقة المطلوبة، والوقت، والجهد المسموح به لإنجاز المهمة، وتتراوح هذه الأبعاد من ٣- ٣٠م، ويعطي لصفوف الشبكة مجموعة من الأحرف مثلاً، والأعمدة مجموعة من الأعداد، حتى يمكن تمييز مربعات الشبكة، ويمكن التعامل معها مهما كان حجمها.

كيف يتم تنفيذ الميزانية الشبكية في الطبيعة :-

١. توقع الأركان الرئيسية لقطعة الأرض باستخدام جهاز الثيودوليت وذلك بضبط جهاز الثيودوليت عند النقطة الأولي، ثم التوجيه على النقطة الثانية، ثم تجعل قراءة الدائرة الأفقية صفرًا، ثم يدار المنظار عبر الدائرة الأفقية، حتى تكون قراءة الأفقية على ٩٠ درجة، ثم بالتوجيه والمسافة المطلوبة تعين النقطة الثالثة، ثم ينقل الجهاز إلى النقطة الثانية ويعمل كما في الحالة الأولي لتثبيت النقطة الرابعة.

٢. تقسيم محيط الأرض إلى عدة أقسام، وذلك بتقسيم كل ضلع من أضلاع الأرض باستخدام الشريط أو غيره، ثم تثبت هذه النقاط بأوتاد.

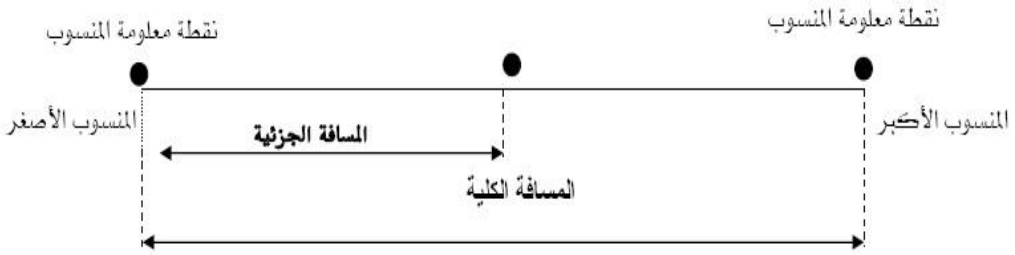
٣. التوصيل بين كل نقطتين متقابلتين في كل ضلعين، وتقسيم الضلع الناتج كتقسيم الضلع الرئيس الذي يقابله.

بعد هذا كله، ينتج شبكة من المربعات أو لمستطيلات، عند هذا يؤتي بجهاز التسوية الرقمي أو العادي لرصد نقاط هذه الشبكة، وأخذ أرصاد القامة عليها،

وتسجل في الجدول الخاص بها، ثم يجري حساب مناسيبها، ثم تنقل هذه الشبكة إلى ورقة الرسم بمقياس مناسب، وباستخدام الطريقة الحسابية يتم رسم خطوط الكنتور.

الطريقة الحسابية لرسم خطوط الكنتور:

بعد تمثيل الأرض والنقاط التي جري حساب مناسيبها على ورقة الرسم بالمقياس المناسب، وبعد كتابة منسوب كل نقطة بجوارها، يأتي تحديد نقاط، بين هذه النقاط يمر بها خطوط كنتور، وذلك يرجع إلى تعيين الفترة الكنتورية، ولإيجاد أماكن هذه النقاط، تستخدم الطريقة الحسابية، ومعناها حساب وتوقيع مكان نقطة معينة ذات منسوب معين بين نقطتين معلومتي المنسوب، والمسافة بينهما محددة .



$$\text{المسافة الجزئية} = \frac{\text{الفرق الجزئي في المنسوب}}{\text{الفرق الكلي في المنسوب}} \times \text{المسافة الكلية}$$

المسافة الجزئية هي المسافة المقاسة من المنسوب الأصغر إلى النقطة المطلوبة.

الفرق الجزئي في المنسوب هو الفرق بين منسوب النقطة المطلوبة والمنسوب الأصفر.

الفرق الكلي بالمنسوب هو الفرق بين المنسوب الأكبر والمنسوب الأصغر.

المسافة الكلية هي المسافة بين نقطة المنسوب الأكبر ونقطة المنسوب الأصغر.

مثال (١):

على فرض وجود نقطتين، منسوب الأولي ٦٩.٤٢م، ومنسوب الثانية ٧١.٨٧م، والمسافة بينهما ١٥م، المطلوب رسم خطوط الكنتور بفترة متر واحد فما هي خطوط الكنتور التي تمر بين هاتين النقطتين وبعدها عن النقطة ذات المنسوب الأصفر.

الحل:

بما أن الفترة الكنتورية متر واحد يعني أن خطوط الكنتور تمثل الأعداد الصحيحة ١، ٢، ٣..، ٦٩، ٧٠، ٧١..

$$\text{المسافة الجزئية} = \frac{\text{الفرق الجزئي في المنسوب}}{\text{الفرق الكلي في المنسوب}} \times \text{المسافة الكلية}$$

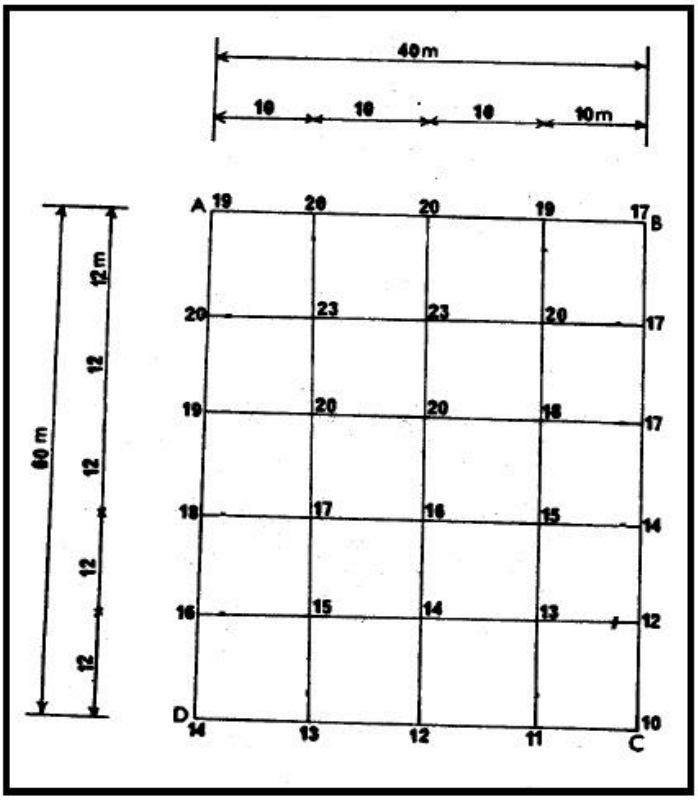
بين هاتين النقطتين يوجد نقطتان منسوباهما ٧٠، ٧١.

$$\text{المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ٧٠} = \frac{٧٠ - ٦٩.٤٢}{٧١.٨٧ - ٦٩.٤٢} \times ١٥ = ٣.٥٥\text{م}$$

$$\text{المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ٧١م} = \frac{٧١ - ٦٩.٤٢}{٧١.٨٧ - ٦٩.٤٢} \times ١٥ = ٩.٦٧\text{م}$$

مثال (٢)

أمامك قطعة أرض مقسمة إلى شبكة من المستطيلات أبعاد المستطيل ١٢م× ١٠م، ومناسيب النقاط كما هو موقع على الشكل، أنقل هذا الشكل إلى ورقة الرسم بمقياس ١، ٢٠٠، وارسم خطوط الكنتور بفترة كنتورية ١م.



الحل:

تجهز ورقة الرسم ويترك هامش قدرة ٢ سم، ثم تنقل هذه الشبكة إلى ورقة الرسم بمقياس ١: ٢٠٠.

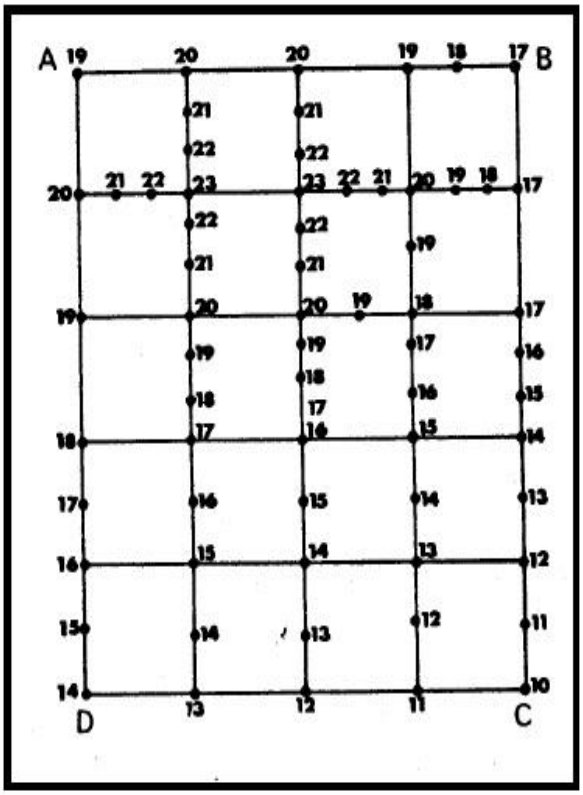
بما أن الفترة الكنتورية متر واحد يعني أن مناسيب خطوط الكنتور ١، ٢، ٣.. ، ١١، ١٢، ١٣..، ٢٠، بتتبع الأضلاع ما إذا كان يوجد بني مناسيبها نقاط تمر فيها خطوط الكنتور، وباستخدام القانون المسابق تعين مسافة خطوط الكنتور.

على سبيل المثال الضلع الأفقي الأيمن العلوي حيث منسوب النقطتين ١٧، ٢٠ يوجد نقطتان ١٨، ١٩.

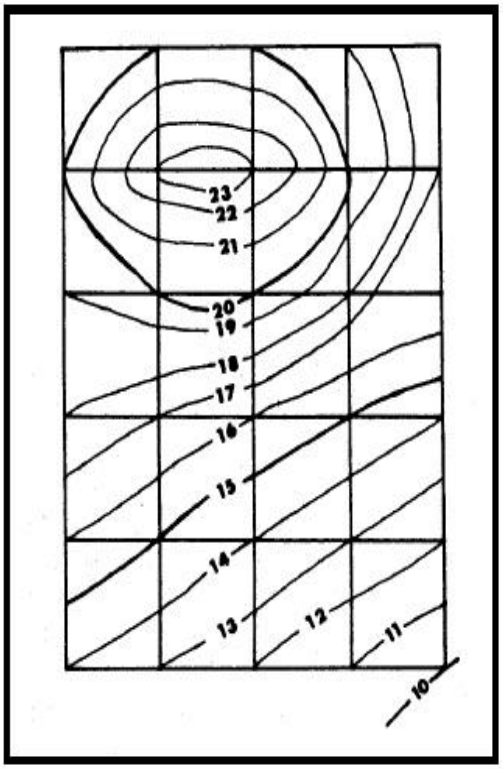
المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١٨م= $\frac{١٧-١٨}{١٧-٢٠} \times ١٠ = ٣.٣٣$م.

المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١٩م= $\frac{١٧-١٩}{١٧-٢٠} \times ١٠ = ٦.٦٦$م

ثم باستخدام مقياس الرسم ١: ٢٠٠ يعين مكان النقطتين ثم يجري لباقي الشبكة كذلك لينتج الشكل (أ) ثم يوصل بين النقاط ذات المنسوب المتساوي لينتج الشكل (ب) .



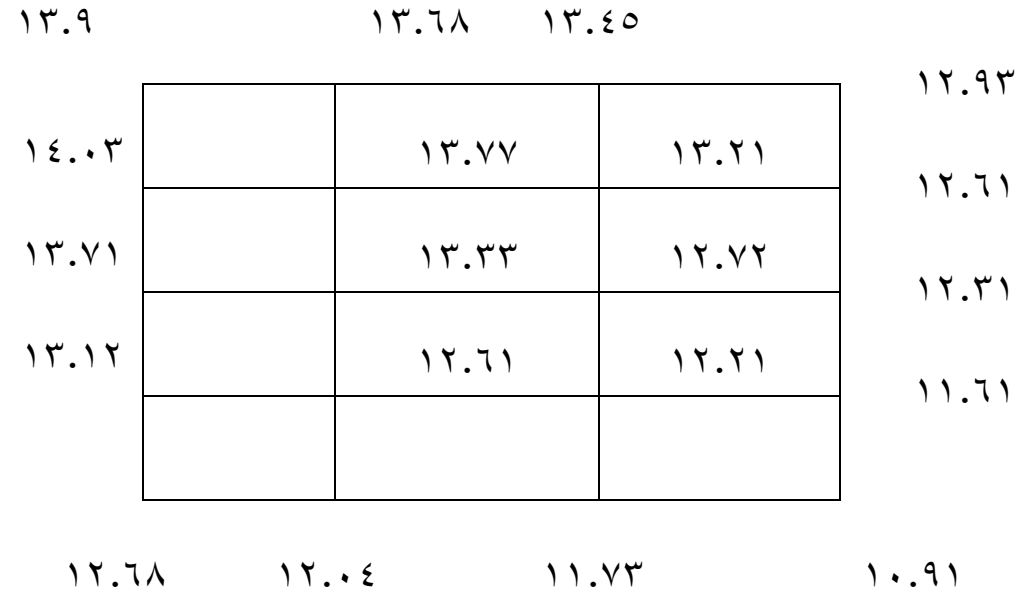
(أ)



(ب)

مثال (٣):

الشكل أمامك يمثل قطعة أرض مقسمة لشبكة من المستطيلات أبعاد المستطيل ٧م ×١١م، أنقل الشكل إلى ورقة الرسم بمقياس ١: ١٠٠ وأرسم خطوط الكنتور بفترة كنتورية ٠.٥م.



الحل:

تنقل هذه الشبكة إلى ورقة الرسم بالمقياس المطلوب، وتدون المناسيب على النقاط.

بما أن الفترة الكنتورية المطلوبة ٠.٥م، معني هذا أن مناسيب خطوة الكنتور هي : ١٠، ١٠.٥، ١١، ١١.٥، ١٢، ١٢.٥، ١٣، ١٣.٥، ١٤... يتتبع كل ضلع، ننظر ما إذا كان سيمر خط كنتور أو أكثر بين نقطتي الضلع على سبيل المثال:

- بين ١٠.٩١ و ١١.٦١.

يوجد نقطتان ذات منسوب، ١١، ١١.٥.

المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١١م= $\frac{١١-١٠.٩١}{١٠.٩١-١١.٦١} \times ٧ =$ ٠.٩م

المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١.٥م=	١١.٥ -١٠.٩١ / ١٠.٩١-١١.٦١	× ٧= ٥.٩م

- بين ١٠.٩١و ١١.٧٣

يوجد نقطتان ذات منسوب، ١١، ١١.٥.

- باستخدام القانون:

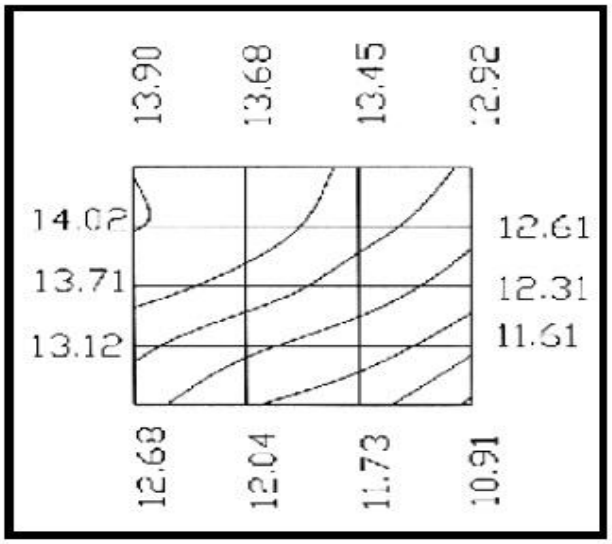
المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١١م= $\frac{١١-١٠.٩١}{١١.٧٣-١٠.٩١} \times ١١ =$ ١.٢١م

المسافة الجزئية للنقطة ذات منسوب ١١.٥= $\frac{١١.٥ - ١٠.٩١}{١١.٧٣-١٠.٩١} \times ١١ =$ ٧.٩١م

ولك ما انتهي من ضلع توقع نقاطه بالمقياس المطلوب.

يقوم المتدرب بإكمال باقي الشبكة وتكون الحسابات بشكل دقيق.

ينتج في الأخير خريطة كنتورية كما في الشكل.



مثال (٤):

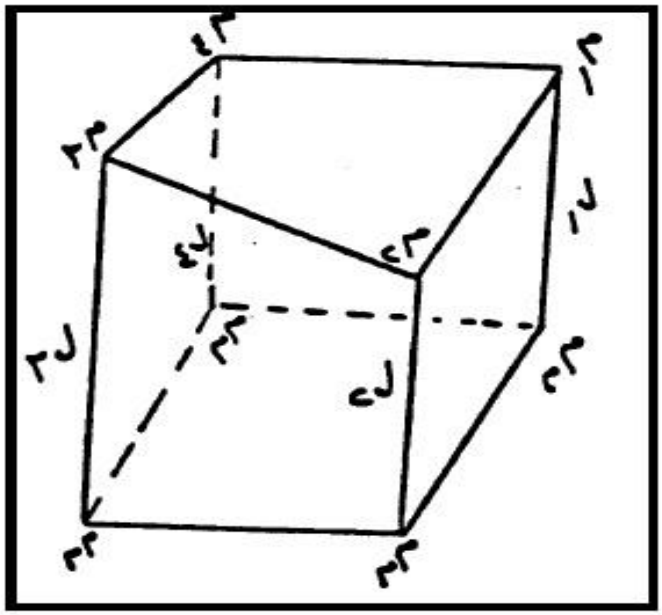
الشكل أمامك يمثل قطعة أرض مقسمة لشبكة من المستطيلات أبعاد المستطيل ٣٥ × ٥٠، أنقل هذا الشكل إلى ورقة الرسم بمقياس ١: ٥٠٠. وأرسم خطوط الكسور بفترة ٠.٥م، مناسيب النقاط، كما هو معطي.

النقطة	المنسوب	النقطة	المنسوب
١	٥٥.٤٤١	٨	٥٥.٧٥١
٢	٥٥.٣٠١	٩	٥٥.٨٦٧
٣	٥٤.٨٧١	١٠	٥٦.٩٢١
٤	٥٤.٢١٦	١١	٥٤.١٣٥
٥	٥٤.٧٨١	١٢	٥٥.٢٢٠
٦	٥٤.٧٨١	١٣	٥٥.٧٨١

١٥		١٤	١٣
٩	١٠	١١	١٢
٨	٧	٦	٥
١	٢	٣	٤

الحادى عشر : حساب مكعبات الحفر والردم :

بعد تقسيم قطعة الأرض إلى شبكة من المربعات أو المستطيلات، ورصد قامة رأسية عند كل نقطة وحساب منسوبها، وبغرض تسوية قطعة الأرض على منسوب تصميمي معين، المطلوب هو حجم الحفر أو حجم الردم كما هو موضح بالشكل .



حيث نجد هذا الشكل عبارة عن متوازي مستطيلات، معلوم مناسيب أركانه الأربعة وهي م١، م٢، م٣، م٤، ومساحته عبارة عن (الطول× العرض) يتطلب دائمًا حساب حجم الحفر وحجم الردم عند تسويته على منسوب تصميمي معين، فهو يؤدي إلى أن تتغير مناسيب الأركان الأربعة إما يحصل لها حفر أو ردم. عمق الحفر أو ارتفاع الردم بمثل الارتفاع (ل) بين المنسوب الطبيعي والمنسوب التصميمي، وعلى هذا يكون الارتفاع (ل) يتغير من نقطة إلى أخرى، فعند حساب الحجم للمربع الواحد فإنه يؤخذ متوسط هذه الارتفاعات.

فيكون الحجم المطلوب حسابه عبارة عن:

الجم = مساحة القاعدة × متوسط فرق الارتفاع عند الأركان.

الحجم = م ×

حيث م مساحة القاعدة، (ل١، ل٢، ل٣، ل٤) فروق الارتفاعات عند الأركان الأربعة عن المنسوب التصميمي م ثم يجري لباقي مربعات الشبكة مثل هذا ويحسب الحجم لكل مربع، فيكو الحجم الكلي هو حاصل جمع الأحجام.

أو يمكن تعميم هذه الطريقة، حيث يتم تقسيم قطعة الأرض إلى عدد من المربعات أو المستطيلات وتكون هناك ارتفاعات مشتركة ونحسب الحجم عبر القانون التالي =

$$ح = \frac{م}{٤} (ل_{١} + ٢ ل_{٢} + ٣ ل_{٣} + ٤ ل_{٤})$$

حيث:

ح: الحجم الكلي.

م: مساحة المستطيل الواحد أو المربع المقسمة إليه قطعة الأرض.

$ل_{١}$: مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المكررة مرة واحدة.

$ل_{٢}$: مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المكررة مرتين.

$ل_{٣}$: مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المكررة ثلاث مرات.

$ل_{٤}$: مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المكررة أربع مرات.

مثال

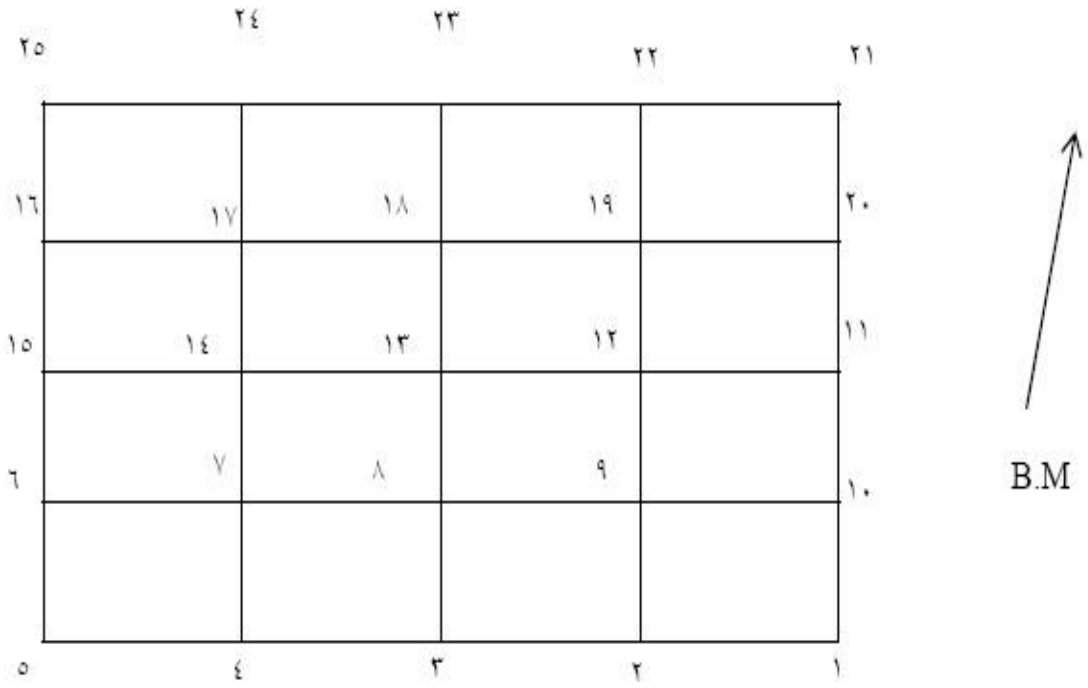
الكروكي أمامك لقطعة أرض أبعادها ٢٠م × ٢٠م تم تقسيمها إلى شبكة مربعات أبعاد المربع ٥م × ٥م ثم رصدت قامة رأسية فوق كل نقطة من نقاط الشبكة وسُجلت الأرصاد من جدول الميزانية المرفق وكانت البداية فوق روبير والنهاية فوق نفس الروبير، والمطلوب:

١- حساب مناسب هذه النقاط وعمل التحقيق الحسابي اللازم.

٢- حساب مكعبات الحفر أو الردم وذلك بتسوية الأرض على منسوب ٢٦.٠٠م.

(أ) بحساب مكعبات الحفر أو الردم لكل مربع على حدة.

(ب) بحساب مكعبات الحفر أو الردم لقطعة الأرض جميعها.



جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)

رقم المشروع مثال رقم (١٠)　　نوع الجهاز:

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM			٢.٠٠٦					
١			١.٩٥٢					
٢			٢.٠١٠					
٣			٢.٢٨٠					
٤			٢.٤٣٠					
٥			٢.٧١٨					
٦			٢.٦٤٦					
٧			٢.٣٧٣					
٨			٢.١٢٧					
٩			١.٨٦٩					
١٠			١.٧٧٣					
١١			١.٧٥٠					
١٢			١.٩٧٠					
١٣			٢.٠٤٨					

١٤			٢.٣٠٧					
١٥			٢.٥٨٨					
١٦			٢.٨١٦					
١٧			٢.٣٠٤					
١٨			٢.٥٤					
١٩			١.٩٤٠					
٢٠			١.٦٥٢					
٢١			١.٥٣١					
٢٢			١.٧٤٠					
٢٣			١.٨٨٩					
٢٤			٢.٠٩٠					
٢٥			٢.٣٠٢					
BM				٢.٠٠٦				

التحقيق الحسابي:

٣. مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات.

٤. منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة.

الحل:

يـتم رسـم الشـبكة وتسـجيل المناسـيب وحسـاب فـروق الارتفاعـات مـن المنسـوب التصميمي وترقيم المربعات:

أ) تسوية قطعة الأرض على منسوب ٢٦.٠٠م.

حيث م = ٥ × ٥ = ٢٥م^{٢}.

$$\text{الحجم} = \text{م} \times \frac{(\text{ل}_{١} + \text{ل}_{٢} + \text{ل}_{٣} + \text{ل}_{٤})}{٤}$$

واضح من فروق الارتفاعات ومناسيب النقاط أن الأرض سوف يتم ردمها لتصل إلى منسوب التسوية التصميمي.

$$\text{حجم الردم فوق المربع رقم ١} = ٢٥ \times \frac{(١.٥٢٥ + ١.٦٤٦ + ١.٩٣٤ + ١.٧٣٤)}{٤} = ٤٢.٧٤٤ \text{م}^{٣}$$

$$\text{حجم الردم فوق المربع رقم ٢} = ٢٥ \times \frac{(١.٧٣٤ + ١.٩٣٤ + ٢.٠٤٨ + ١.٨٨)}{٤} = ٤٧.٤٩٤ \text{م}^{٣}$$

$$\text{حجم الردم فوق المربع رقم ٣} = ٢٥ \times \frac{(١.٨٨٣ + ٢.٠٤٨ + ٢.٢٩٨ + ٢.٠٨٤)}{٤} = ٥١.٩٥٦ \text{م}^{٣}$$

$$\text{رقم ٤} = ٢٥ \times \frac{(٢.٠٨٤ + ٢.٢٩٨ + ٢.٤٨١ + ٢.٢٩٦)}{٤} = ٥٧.٢٤٤ \text{م}^{٣}$$

$$\text{رقم ٥} = ٢٥ \times \frac{(١.٦٤٦ + ١.٧٤٤ + ١.٩٦٤ + ١.٩٣٤)}{٤} = ٤٥.٥٥٠ \text{م}^{٣}$$

$$\text{رقم ٦} = ٢٥ \times \frac{(١.٩٣٤ + ١.٩٦٤ + ٢.٠٤٢ + ٢.٠٤٨)}{٤} = ٤٩.٩٢٥ \text{م}^{٣}$$

$$\text{رقم ٧} = ٢٥ \times (٢.٠٨٤ + ٢.٠٤٢ + ٢.٣٠١ + ٢.٢٩٨) = ٥٤.٣٠٦ \text{م}^{٣}$$

٤

رقم ٨ = ٢٥ × $\frac{(٢.٢٩٨ + ٢.٣٠١ + ٢.٥٨٢ + ٢.٤٨١)}{٤}$ = ٦٠.٣٨٨ م^{٣}

رقم ٩ = ٢٥ × $\frac{(١.٧٤٤ + ١.٧٦٧ + ١.٨٦٣ + ١.٩٦٤)}{٤}$ = ٤٥.٨٦٣ م^{٣}

رقم ١٠ = ٢٥ × $\frac{(١.٩٦٤ + ١.٨٦٣ + ٢.١٢١ + ٢.٤٢)}{٤}$ = ٤٩.٩٣٨ م^{٣}

رقم ١١ = ٢٥ × $\frac{(٢.٠٤٢ + ٢.١٢١ + ٢.٣٦٨ + ٢.٣٠١)}{٤}$ = ٥٥.١٩٤ م^{٣}

رقم ١٢ = ٢٥ × $\frac{(٢.٣٠١ + ٢.٣٦٨ + ٢.٦٤٠ + ٢.٥٨٢)}{٤}$ = ٦١.٨١٣ م^{٣}

رقم ١٣ = ٢٥ × $\frac{(١.٧٦٧ + ١.٩٤٦ + ٢.٠٠٤ + ١.٨٦٣)}{٤}$ = ٤٧.٣٧٥ م^{٣}

رقم ١٤ = ٢٥ × $\frac{(١.٨٦٣ + ٢.٠٠٤ + ٢.٢٧٤ + ٢.١٢١)}{٤}$ = ٤٥.٥٥٠ م^{٣}

رقم ١٥ = ٢٥ × $\frac{(٢.١٢١ + ٢.٢٧٤ + ٢.٤٢٤ + ٢.٣٦٨)}{٤}$ = ٥٧.٤١٣ م^{٣}

رقم ١٦ = ٢٥ × $\frac{(٢.٢٦٧ + ٢.٤٢٤ + ٢.٧١٢ + ٢.٦٤٠)}{٤}$ = ٦٣.٣٩٤ م^{٣}

إجمالي حجم الردم = مجموع الحجوم الستة عشر.

= ٨٤٢.٢٣١ م^{٣}.

ب) حجم الردم الإجمالي لقطعة الأرض:

يتم استخدام القانون

$$ح = \frac{م}{٤} (ل_{١} + ٢ ل_{٢} + ٣ ل_{٣} + ٤ ل_{٤})$$

م = ٥ × ٥ = ٢٥ م^{٢}

ل$_{١}$ = ١.٥٢٥ + ١.٩٤٦ + ٢.٧١٢ + ٢.٢٩٦ = ٨.٤٧٩م

ل$_{٢}$ = ١.٧٣٤ + ١.٨٨٣ + ٢.٠٨٤ + ٢.٤٨١ + ٢.٥٨٢ + ٢.٦٤٠ + ٢.٢٧٤ + ٢.٤٢٤ + ٢.٠٠٤ + ١.٧٦٧ + ١.٧٤٤ + ١.٦٤٦ = ٢٥.٢٦٣م

ل$_{٣}$ = صفر

ل$_{٤}$ = ١.٩٣٤ + ٢.٠٤٨ + ٢.٢٩٨ + ١.٩٦٤ + ٢.٠٤٢ + ٢.٣٠١ + ١.٨٦٣ + ٢.١٢١ + ٢.٣٦٧ = ١٨.٩٣٨م

$$ح = \frac{٢٥}{٤} \times [٨.٤٧٩ + (٢ \times ٢٥.٢٦٣) + (٤ \times ١٨.٩٣٨)]$$

الحجم الكلي = ٨٤٢.٢٣١ م^{٣}

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)

اسم الراصد: التاريخ:

رقم المشروع:حل مثال رقم (١٠) نوع الجهاز:

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM			٢.٠٠٦			٢٦.٠٠٦	٢٤.٠٠٠	روبير
١				١.٩٥٢			٢٤.٠٥٤	
٢				٢.٠١٠			٢٣.٩٩٦	
٣				٢.٢٨٠			٢٣.٧٢٦	
٤				٢.٤٣٠			٢٣.٥٧٦	
٥				٢.٧١٨			٢٣.٢٨٨	
٦				٢.٦٤٦			٢٣.٣٦٠	
٧				٢.٣٧٣			٢٣.٦٣٣	
٨				٢.١٢٧			٢٣.٨٧٩	
٩				١.٨٦٩			٢٤.١٣٧	
١٠				١.٧٧٣			٢٤.٢٣٣	
١١				١.٧٥٠			٢٤.٠٣٦	
١٢				١.٩٧٠			٢٤.٠٣٦	
١٣				٢.٠٤٨			٢٣.٩٥٨	
١٤				٢.٣٠٧			٢٣.٦٩٩	

١٥				٢.٥٨٨			٢٣.٤١٨	
١٦				٢.٨١٦			٢٣.٥١٩	
١٧				٢.٣٠٤			٢٣.٧٠٢	
١٨				٢.٠٥٤			٢٣.٩٥٢	
١٩				١.٩٤٠			٢٤.٠٦٦	
٢٠				١.٦٥٢			٢٤.٣٥٤	
٢١				١.٥٣١			٢٤.٧٥	
٢٢				١.٧٤٠			٢٤.٢٦٦	
٢٣				١.٨٨٩			٢٤.١١٧	
٢٤				٢.٠٩٠			٢٣.٩١٦	
٢٥				٢.٣٠٢			٢٣.٧٠٤	
BM			٢.٠٠٦				٢٤.٠٠٠	

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٢.٠٠٦ – ٢.٠٠٦ = صفر

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٢٤.٠٠٠ – ٢٤.٠٠٠ = صفر

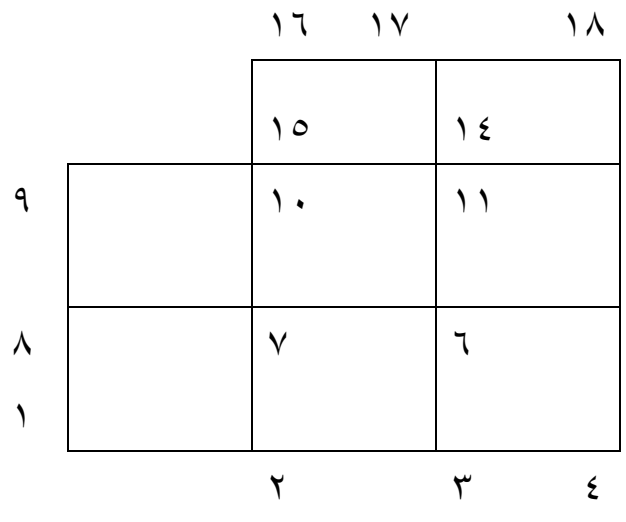
مثال (١١)

الكروكي أمامك لقطعة أرض مقسمة إلى شبكة مستطيلات أبعاد المستطيل الواحد ١٠م × ١٥م.

الرصد بأعمال الميزانيات لهذه النقاط فكانت المناسيب كما هو معطي.

أحسب حجم الحفر أو حجم الردم عند تسوية الأرض على منسوب ١٥.٥٠٠م بالطريقتين.

المنسوب	النقطة	المنسوب	النقطة
١٢.٢٢٤	١٠	١٢.٥٤٣	١
١١.٠٣٠	١١	١١.٧٢٥	٢
١٠.٢٢٢	١٢	١٠.٩٣٦	٣
١٠.١٤٢	١٣	١٠.١٤٢	٤
١١.١١١	١٤	١٠.١٢٧	٥
١٢.٢٤٢	١٥	١٠.٩٣٩	٦
١٢.١٠٣	١٦	١١.٩٤٠	٧
١١.٤٠٨	١٧	١٢.٧٠٧	٨
١٠.٢٠٩	١٨	١٢.٢٤٤	٩



تسوية الأرض على المنسوب المتوسط وحساب مكعبات الحفر والردم:

إن تسوية قطعة الأرض على المنسوب الذي يحقق كميات حفر مساوية تقريباً لكميات الردم، من الموضوعات التطبيقية الهامة التي تحقق أقل تكلفة لازمة لتسوية الأراضي الرملية؛ وتتم الخطوات كالتالي بعد حساب مناسيب الميزانية الشبكية:

١) حساب المنسوب المتوسط للتسوية.

$$\text{منسوب التسوية المتوسط} = \frac{\text{مجموع مناسيب الشبكة}}{\text{عدد النقاط}}$$

٢) حساب أعماق الحفر وارتفاعات الردم.

عمق الحفر = منسوب الأرض – منسوب خط الإنشاء.

ارتفاع الردم = منسوب خط الإنشاء – منسوب الأرض.

٣) مساحة قطعة الأرض الكلية.

مساحة قطعة الأرض الكلية = عدد المستطيلات أو المربعات × مساحة المستطيل الواحد.

٤) حساب مساحة جزء الحفر، ومساحة جزء الردم.

$$\text{مساحة جزء الحفر} = \frac{\text{عدد نقاط الحفر}}{\text{عدد النقاط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية}$$

$$\text{مساحة جزء الردم} = \frac{\text{عدد نقاط الردم}}{\text{عدد النقاط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية}$$

٥) متوسط أعماق الحفر.

$$\text{متوسط أعماق الحفر} = \frac{\text{مجموع أعماق الحفر}}{\text{عدد نقاط الحفر}}$$

٦) متوسط ارتفاع الردم.

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{\text{مجموع ارتفاع الردم}}{\text{عدد نقاط الردم}}$$

٧) حساب حجم الحفر وحجم الردم.

حجم الحفر = مساحة جزء الحفر × متوسط أعماق الحفر.

حجم الردم = مساحة جزء الردم × متوسط ارتفاع الردم.

وبعد حساب كميات الحفر والردم (حجم الحفر وحجم الردم) نستطيع تقدير التكلفة الإجمالية للمشروع حيث يتوقف ذلكم على سعر المتر المكعب عند الحفر وعند الردم.

<u>مثال</u>

وذلك بتسوية قطعة الأرض على منسوب التسوية المتوسط وحساب مكعبات الحفر والردم واحسب التكلفة الإجمالية للمشروع إذا كان سعر المتر المكعب عند الحفر ١٠ ريالات، وعند الردم ٧ ريالات.

الحل:

١) منسوب التسوية المتوسط = $\frac{٢٠٤.٤٧}{١٨}$ = ٥ = ١١.٣٦٠م

٢) أعماق الحفر وارتفاعات الردم

ارتفاع الردم	عمق الحفر	المنسوب	رقم النقطة
	١.١٨٣	١٢.٥٤٣	١
	٠.٣٦٥	١١.٧٢٥	٢

٣	١٠.٩٣٦		٠.٤٢٤
٤	١٠.١٤٢		١.٢١٨
٥	١٠.١٢٧		١.٢٣٣
٦	١٠.٩٣٩	٠.٥٨٠	٠.٤٢١
٧	١١.٩٤٠	١.٣٤٧	
٨	١٢.٧٠٧	١.٣٤١	
٩	١٢.٧٠١	٠.٨٨٤	
١٠	١٢.٢٤٤		
١١	١١.٠٣٠		٠.٣٣٠
١٢	١٠.٢٢٢		١.١٣٨
١٣	١٠.١٤٢		١.٢١٨
١٤	١١.١١١		٠.٢٤٩
١٥	١٢.٢٤٢	٠.٨٨٢	
١٦	١٢.١٠٧	٠.٧٤٧	
١٧	١١.٤٠٨	٠.٠٤٨	
١٨	١٠.٢٠٩		١.١٥١
المجموع	٢٠٤.٤٧٥	٧.٣٧٧	٧.٣٨٢

٣) المساحة الكلية.

مساحة قطعة الأرض = ١٠ × ١٥٠ = ١٥٠٠ م^{٢}

٤) مساحة الحفر وجزء الردم.

$$\text{مساحة جزء الحفر} = \frac{٩}{١٨} \times ١٥٠٠ = ٧٥٠\text{م}^{٢}$$

$$\text{مساحة جزء الردم} = \frac{٩}{١٨} \times ١٥٠٠ = ٧٥٠\text{م}^{٢}$$

٥) متوسط أعماق الحفر وارتفاعات الردم.

$$\text{متوسط أعماق الحفر} = \frac{٧.٣٧٧}{٩} = ٠.٨٢٠\text{م}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{٧.٣٨٢}{٩} = ٠.٨٢٠\text{م}$$

٦) حجم جزء الحفر وجزء الردم.

حجم الحفر = ٧٥٠ × ٠.٨٢ = ٦١٥م^{٣}

حجم الردم = ٧٥٠ × ٠.٨٢ = ٦١٥م^{٣}

٧) تكلفة المشروع:

عند الحفر = ١٠ × ٦١٥ = ٦١٥٠ ريال

عند الردم = ٧ × ٦١٥ = ٤٣٠٥ ريال

التكلفة الإجمالية = ٦١٥٠ + ٤٣٠٥ = ١٠٤٥٥ ريال

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع:

- المساحة الجيوديسية ، جمعة محمد دواد ، النسخة الأولى ، ٢٠١٢
- المساحة للجغرافيين ، محمد فريد فتحى ، دار المعرفة الجامعية ، جامعة الإسكندرية ، ٢٠٠٠
- المساحة (مساحة أرضية ٢) ، المؤسسة العامة للتعليم الفنى والتدريب المهنى ، المملكة العربية العربية السعودية ، ٢٠٠٤
- تقنية مدنية فى المساحة ، المؤسسة العامة للتعليم الفنى والتدريب المهنى ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٤
- أعمال الميزانيات ، المؤسسة العامة للتعليم الفنى والتدريب المهنى ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٤ .
- المساحة الجيوديسية ، المؤسسة العامة للتعليم الفنى والتدريب المهنى ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٤

ثانياً- المصادر :

- **WWW. Google . com**